

# BITTIKARTTAKUVIEN VEKTOROINTI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Mediatekniikan koulutusohjelma  
Teknisen visualisoinnin suuntautumisvaihtoehto  
Opinnäytetyö  
4.5.2009  
Juha Kerminen

**Lahden ammattikorkeakoulu  
Mediatekniikan koulutusohjelma**

**KERMINEN, JUHA: Bittikarttakuvien vektorointi**

Teknisen visualisoinnin opinnäytetyö, 65 sivua

Kevät 2009

**TIIVISTELMÄ**

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee bittikarttakuvien vektorointia. Digitaaliset kuvat voidaan rakenteensa mukaan jakaa bittikarttakuviin ja vektorigrafiikkakuviin. Bittikarttakuvat koostuvat yksittäisistä pikseleistä, ja niiden kuvanlaatu riippuu suurelta osin kuvan resoluutiosta. Vektorigrafiikka puolestaan muodostuu matemaattisesti määritellyistä vektoreista ja on resoluutiosta riippumaton. Bittikarttakuvilla ja vektorigrafiikkakuvilla on omat kuvatiedostomuotonsa, joiden valinta kannattaa tehdä käyttötarkoituksen mukaan. Bittikarttakuvia muokataan yleisesti kuvankäsittelyohjelmassa ja vektorigrafiikkaa piirto-ohjelmassa.

Monissa tapauksissa vektorigrafiikka on bittikarttakuvaa toimivampi muoto. Jos bittikarttamuodossa oleva kuva halutaan saada vektorigrafiikaksi, se voidaan vektoroida. Monet esimerkiksi graafisen tai teknisen suunnittelun parissa työskentelevät hyötyvät bittikarttakuvien vektoroinnista. Teoriassa vektorointi on hyvin matemaattinen prosessi, mutta käytännössä se voi olla erittäin yksinkertaista. Helppo tapa vektoroida kuva on käyttää automaattista vektorointiohjelmää. Usein tarkempaa jälkeä saadaan manuaalisella vektoroinnilla, mutta se on huomattavasti enemmän aikaa vievää. Automaattisia vektorointiohjelmaa on lukuisia ja ne kaikki eroavat ominaisuuksiltaan jonkin verran toisistaan. Käytettävä vektorointiohjelma kannattaakin valita käyttötarkoituksen mukaan.

Työn case-osio koostuu pääosin Adobe Illustrator -ohjelman Live Trace -vektorointityökalun ominaisuuksien tutkimisesta. Ennen vektorointia bittikarttakuvaa kannattaa usein valmistella kuvankäsittelyohjelmassa. Esimerkiksi skannausten yhteydessä kuvaan tulleet virheet on syytä poistaa. Vektoroinnin jälkeen kuvaa voidaan vielä viimeistellä manuaalisesti parhaan lopputuloksen saamiseksi.

Avainsanat: vektorigrafiikka, vektorointi, trace, Adobe Illustrator

**Lahti University of Applied Sciences**  
**Faculty of Technology**

**KERMINEN, JUHA: Vectorizing bitmap images**

Bachelor's Thesis in visualization engineering, 65 pages

Spring 2009

ABSTRACT

---

This Bachelor's thesis deals with the vectorization of bitmap images. Digital images can be divided by structure to bitmap images and vector graphic images. Bitmap images are made up of single pixels and the picture quality mainly depends on image resolution. Vector graphics, on the other hand, consists of mathematically specified vectors and are therefore independent of resolution. Bitmap and vector graphic images have their own image file formats and the selection of the file format should be done case by case. Bitmap images are generally edited by using image editing software and vector graphics by using vector-based drawing program.

In many cases, a vector graphic image is much more usable than a bitmap image. If an image in bitmap form is to be converted to the vector graphics form, it can be vectorized. Vector conversion of bitmap images is a very useful feature to those who are for example working for graphic or technical design. In theory, vector conversion is a very mathematical process, but in practice it can be quite simple. The easiest way to vectorize an image is to use an automatic vectorization program. However, in many cases more accurate trace will be achieved by using manual vector conversion, but the process is much more time-consuming. There are numerous vectorization software available with different features. Therefore, the vectorization software should be chosen depending on each individual case.

The case section of the thesis consists of studying the features of the Live Trace - vectorization module of Adobe Illustrator. Before vector conversion it is very useful to prepare the image by using an image editing program, where for example the flaws occurred during image scan can be removed. After vectorization, the image can be finalized manually in order to achieve the best possible result.

Key words: vector graphics, vectorization, trace, Adobe Illustrator

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	DIGITAALINEN KUVA.....	2
2.1	Bittikarttagrafiikka.....	2
2.1.1	Yleistä bittikarttagrafiikasta.....	2
2.1.2	Resoluutio.....	3
2.1.3	Värisyvyys.....	3
2.2	Vektorigrafiikka.....	4
2.2.1	Yleistä vektorigrafiikasta.....	4
2.2.2	Vektorigrafiikan rakenne.....	5
2.3	Tiedostomuodot.....	7
3	VEKTOROINTI.....	7
3.1	Yleisesti.....	12
3.2	Vektoroinnin käyttökohteita.....	13
3.2.1	Graafinen suunnittelu.....	13
3.2.2	Tekninen piirtäminen.....	14
3.2.3	Tietokonegrafiikka.....	15
3.2.4	Karttasovellukset.....	16
3.3	Vektoreiden muodostaminen pikseleistä.....	17
3.3.1	Vektorointialgoritmit.....	17
3.3.2	Algoritmin tehtävät.....	18
4	OHJELMAT.....	21
4.1	Yleistä vektorigrafiikkaohjelmista.....	21
4.3	Vektorointiohjelmat.....	22
4.1	Vektorointi internetissä.....	25
5	VEKTOROINNIN TOTEUTUS.....	28
5.1	Manuaalinen vektorointi.....	28
5.1.1	Manuaalinen vektorointi yleisesti.....	28
5.1.2	Vektoreiden piirtäminen.....	29
5.2	Automaattinen vektorointi.....	31
5.2.1	Automaattinen vektorointi yleisesti.....	31
5.2.2	Trace-toiminto.....	31

5.2.3	Muodontunnistus.....	33
5.2.4	Eräajovektorointi.....	34
6	CASE: BITTIKARTTAKUVIEN VEKTOROINTI ADOBE ILLUSTRATOR -OHJELMASSA.....	36
6.1	Työn esittely.....	36
6.2	Kuvien valmistelu.....	37
6.3	Live Trace -työkalun käyttö.....	42
6.4	Kuvien viimeisteleminen.....	50
6.5	Manuaalinen vektorointi.....	55
6.6	Vektorikuvan muuntaminen bittikartaksi.....	56
6.7	Loppupäätelmät.....	57
7	YHTEENVETO.....	59
	LÄHTEET.....	61

## 1 JOHDANTO

Digitaaliset kuvat voidaan jakaa kahteen, rakenteeltaan erilaiseen muotoon, joista käytetään nimityksiä bittikarttakuva ja vektorigrafiikkakuva. Näillä eri muodoilla on hyvin erilaiset ominaisuudet, minkä takia niiden käyttötarkoituksetkin eroavat paljon toisistaan. Tässä työssä perehdytään bittikarttakuvan ja vektorigrafiikkakuvan eroihin sekä kuvan muuntamiseen muodosta toiseen. Digitaaliset kuvat luodaan usein bittikarttaformaattiin, mutta vektorigrafiikan ominaisuudet ovat silti usein paljon hyödyllisempiä. Tämän takia tarkoituksena on perehtyä lähinnä erilaisten bittikarttakuvien muuttamiseen vektorigrafiikaksi. Työssä selvitetään, miten tämä muutos kuvaformaattista toiseen tapahtuu ja mitkä tekijät vaikuttavat sen onnistumiseen.

Teoriaosuudessa tutkitaan mitä hyötyä on vektoroinnista, eli bittikarttakuvan muuntamisesta vektorigrafiikaksi, ja millaisissa yhteyksissä se on yleensä kannattavaa. Teoriassa vektoreiden luominen on aina hyvin matemaattinen prosessi, joka vaatii joissain tapauksissa myös huomattavasti tietokoneen laskentatehoa. Käytännössä bittikarttakuvan vektorointi tapahtuu joko manuaalisesti vektorigrafiikkaa luovalla piirto-ohjelmalla tai automaattisesti vektorointiin tarkoitettulla ohjelmalla. Tässä työssä selvitetään näiden työvaiheiden hyvät ja huonot puolet sekä tutkitaan, miten vektorointiohjelmat eroavat toisistaan. Tarkemmin tutustutaan muun muassa Adobe Illustrator -ohjelmaan, joka on markkinoiden vanhimpia ja suosituimpia vektorigrafiikkaohjelmia. Uusimpiin Illustrator-versioihin kuuluu lisäksi laadukas Live Trace -vektorointityökalu, jonka toimintoja käydään kattavasti läpi. Tutkitaan myös, miten Live Trace onnistuu käytännössä vektoroimaan erilaisia bittikarttakuvia ja selvitetään, olisiko parempaan lopputulokseen päästy jollain toisella tekniikalla.

## 2 DIGITAALINEN KUVA

### 2.1 Bittikarttagrafiikka

#### 2.1.1 Yleistä bittikarttagrafiikasta

Bittikarttagrafiikka on yleisin tapa esittää kuvia tietotekniikassa. Tällaisia kuvia kutsutaan bittikarttakuviksi, pikselikuviksi tai rasterikuviksi. Esimerkiksi digitaalisilla tallentimilla tuotetut kuvat ovat lähes poikkeuksetta bittikarttakuvia. Tällaisia tallentimia ovat muun muassa kuvanlukijat, eli skannerit, ja digitaaliset kamerat. Bittikarttakuvat soveltuvatkin hyvin valokuvuihin ja valokuvamaisten, hienovaraisia sävynvaihteluita sisältävien kuvien esittämiseen. Digitaalisten tallentimien lisäksi bittikarttagrafiikka voidaan luoda kuvankäsittelyohjelmilla. (Wikipedia 2005; Pesonen 2007, 74.)

Bittikarttakuva muodostuu suorakulmion muotoisista kuva-alkioista, pikseleistä. Pikseleiden väriarvot ja niiden sijainti muodostavat kartan näyttävästä kuvasta. Kuvan tarkkuus ja tallennuskoko määräytyvät pikselien lukumäärästä. Bittikarttakuvien käsittely on nimenomaan kuvan pikselien käsittelyä. Kuvapisteitä ei liikutella, mutta niitä voidaan poistaa tai lisätä ja niiden väriarvoja voidaan muuttaa. Bittikarttakuvaa ei voi suurentaa rajattomasti, koska pikselien kasvaessa kuva muuttuu rakeiseksi. Myöskään uusien kuvapisteiden luominen ohjelmallisesti ei usein tuota toivottavaa lopputulosta, sillä uusia yksityiskohtia ei pystytä enää luomaan. Koska bittikarttagrafiikka muodostuu neliömäisten pikselien ruudukosta ja pikselien reunat ovat suoria, sillä on helppo ilmaista pysty- ja vaakasuoria linjoja. Vinot viivat sen sijaan saattavat helposti näyttää sahalaitaisilta. (Digitaalisen median perusteet 2008; Pesonen 2007, 74.)

#### 2.1.2 Resoluutio

Kuvan resoluutio eli pikselitiheys tarkoittaa pikselien määrää jollakin matkalla, yleensä tuumalla tai senttimetrillä. Esimerkiksi kuva, jonka mitat ovat 1200 x 1200 pikseliä ja tulostuskoko on 10 x 10 cm, on tarkkuu-

deltaan 120 pikseliä sentille eli 300 pikseliä tuumalle. Yleisimmin yksikössä käytetään tuumamittaa ppi (pixels per inch). Mitä suurempi resoluutio on, sitä suurempi on kuvan pikselitiheys ja sitä tarkempi kuva on (Kuva 1). Kuvan lopullinen käyttötarkoitus on hyvä tietää kuvaa luodessa ja valita käytettävä resoluutio sen mukaan. Neliväriesitteeseen painettava kuva tarvitsee yleensä 300 ppi:n resoluution ja taidepainatukseen voidaan käyttää esimerkiksi 350 ppi:n tarkkuutta. Pelkästään näytöllä esitettäviin kuviin resoluutioksi riittää 72 ppi. (Pesonen 2007, 75.) Esimerkiksi tietokoneiden näyttöjen yhteydessä resoluutiolla voidaan tarkoittaa myös kuvan muodostavien pikselien määrää, jolloin se ilmoitetaan muodossa *pikselien määrä vaakasuunnassa x pikselien määrä pystysuunnassa*. Näin merkitään myös muun muassa digitaalikameroiden resoluutio, joka voi olla esimerkiksi 2272x1704. (Wikipedia 2009.)

Vaikka näyttöjen käyttämät tarkkuudet ovat kasvaneet huomattavasti, ne ovat silti melko vaatimattomia verrattuna tavalliseen konttorin lasertulostimeen. Tulostimien yhteydessä resoluution yksikkönä on dpi (dots per inch). Tätä pistetiheyttä kuvaavaa määrettä käytetään joskus myös virheellisesti skannereiden yhteydessä. Ihmisen silmän tarkkuus on arvioiden mukaan 1800 dpi. Tätä pienempiä yksityiskohtia on lähes mahdoton nähdä tulostetusta kuvasta ilman suurennuslasia. Tästä huolimatta esimerkiksi kirjapainojen tulostimissa käytetään jopa 2540 dpi:n resoluutiota. (Wikipedia 2009.)



Kuva 1. Resoluution vaikutus kuvaan (Wikipedia 2008)

### 2.1.3 Värisyvyys

Kuvan bittisyys eli värisyvyys kertoo, kuinka monta bittiä yhden pikselin esittämiseen käytetään. Niin tietokoneet, digitaalikamerat kuin skanneritkin tallentavat kuvan värit muistiinsa bitteinä. Jos käytössä on vain yksi bitti, voidaan ilmaista kaksi väriä: musta ja valkoinen. Kun bittien mää-



rää kasvatetaan, voidaan ilmaista enemmän värejä. Esimerkiksi 8-bittinen kuva voi sisältää 256 eri sävyä ja 24-bittinen jopa 16,7 miljoonaa sävyä. Ne muodostetaan yhdistämällä punaisen, vihreän ja sinisen (RGB) sävyjä samaan pikseliin. (Pesonen 2007, 77.) 24-bittinen kuva on värisyvyydeltään täysvärikuva (True Color), jossa on 8 bittiä jokaista värikanavaa kohti. Skannerit ja digitaalikamerat saattavat lukea kuvan vielä korkeammillakin värisyvyyksillä, kuten 48-bittisenä. Tällöin värejä voidaan määritellä miljardeja ja kuvaan saadaan enemmän dynamiikkaa. Ylimääräisiä bittejä hyödynnetään erityisesti tummien sävyjen rekisteröinnissä kuvanlukijan sisällä. Esimerkiksi Adobe Photoshop -ohjelmalla voidaan käsitellä jopa 96-bittisiä HDR-kuvia. (Joensuun yliopiston opetusteknologiakeskus 2004.)

## **2.2 Vektorigrafiikka**

### **2.2.1 Yleistä vektorigrafiikasta**

Vektorigrafiikka on tietokonegrafiikkaa, joka perustuu koordinaatistoon sidottuihin objekteihin, kuten suoriin, monikulmioihin eli polygoneihin, ympyröihin ja kaariin. Objektien ominaisuudet ja muodot esitetään koordinaatein ja matemaattisin funktioin. Vektorigrafiikkaa on käytetty jo ensimmäisissä tietokonegrafiikkaa hyödyntävissä sovelluksissa, kuten teknisessä suunnittelussa ja tietokonepeleissä. (Wikipedia 2009.) Vektorigrafiikan varsinainen läpimurto tapahtui ranskalaisessa autotehtaassa suunnittelijana toimivan Pierre Bezierin ansiosta. Hän kehitti tavan luoda vapaasti muokattavia kaarevia viivoja ja pintoja, jotka kuitenkin olivat tarkasti määriteltyjä sekä toistettavissa. Bezier-käyrä on vieläkin tunnetuin parametroitu käyrä. Nykyään vektorigrafiikkaa käytetään teknisen suunnittelun lisäksi muun muassa piirtografiikan tuottamisessa ja erilaisissa karttasovelluksissa. (Puhakka 2008, 61.)

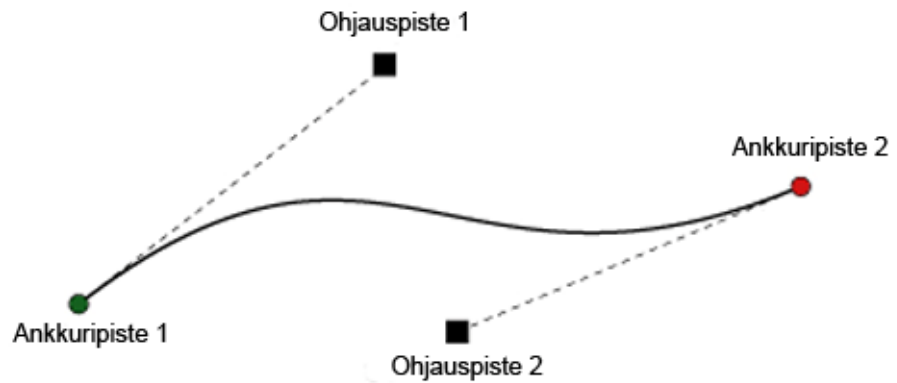
Vektorikuvia voi yleisesti verrata irrallisten kuvien sijoitteluun paperille. Kuvat voivat olla päällekkäin, rinnakkain tai limittäin. Itse kuvapinnalle ei piirretä mitään, vaan sen päälle luodaan erilaisia kuvaelementtejä, jot-

ka ovat jatkuvasti muokattavissa ja siirrettävissä. Koska vektorigrafiikan muodot kuvataan matemaattisesti määritellyllä viivalla, eikä kuvapisteillä, kuvaa voidaan skaalata vapaasti laadun huononematta. Vektoreilla luodut kuvat voidaan tulostaa minkä kokoisena tahansa ilman, että ääri- viivat tulevat rosoisiksi. Vektoripohjaiset kuvat ovat siis resoluutiosta riippumattomia. (Digikamera 1998; Lynch 2001, 895.)

### **2.2.2 Vektorigrafiikan rakenne**

Vektoripohjaista kuvaa muokattaessa muokataan itse asiassa matemaattisia lausekkeita. Esimerkiksi ympyrää luodessa tallennetaan muistiin sen paikka koordinaatistossa, keskipiste ja säde. Myös ympyrän piirto- ja täyttöväri tallentuvat sen määrittelevään kaavaan. Kun näitä muuttujia muokataan ruudulla, tehdyt muutokset vaikuttavat suoraan objektin matemaattisiin lausekkeisiin. Lausekkeisiin tallentuvat myös vektorien määrittelys- eli ankkuripisteet, joiden välit yhdistetään vektoripoluilla. Ankkuripisteillä ei ole ulkoasu-ominaisuuksia, sillä niitä käytetään pelkästään ohjaamaan objektin muotoa. (Korkeila 2007, 16.)

Vektorigrafiikassa piirrettävistä käyristä käytetään nimitystä Bezier-käyrä, jonka periaatteena on ankkuripisteiden yhdistäminen toisiinsa mahdollisimman yksinkertaisilla poluilla. Vektorien kaarevuutta säädel- lään lyhentämällä tai pidentämällä ankkuripisteiden tangentteja ohjaus- pisteiden avulla. Ohjauspisteiden avulla määritetään myös tangenttien kulma. Vektorin ankkuri- ja ohjauspisteistä käytetään yhteisesti nimitystä kontrollipisteet. Vektorikuvan tallennuskoko riippuu kuvan yksityiskoh- tien määrästä pikselimäärän sijaan. Tämän takia on usein suositeltavaa käyttää kuvassa mahdollisimman vähän ankkuripisteitä, vaikka vektori- grafiikka yleisesti vie vähemmän muistia kuin bittikarttagrafiikka. Vekto- rikuvan koko ei myöskään vaikuta sen muistinkulutukseen. Vektoripiir- ros on helpommin muokattavissa, ja usein myös esteettisempi, kun siinä on käytetty mahdollisimman vähän ankkuripisteitä halutun lopputuloksen saamiseksi. (Pesonen 2007, 169; Nykänen 2007, 12.)



Kuva 2. Kuutiollinen Bezier-kaari ja sen neljä kontrollipistettä (Apple Developer Connection 2009.)

Vektorigrafiikan vektorit muodostuvat samoista lausekkeista kuin muutkin matemaattiset vektorit. Perusidea Bezier-käyrässä on ilmaista pisteen  $x$ - ja  $y$ -koordinaatit jonakin polynomifunktiona parametrin  $t$  suhteen. Tällöin näiden polynomifunktioiden määräämä piste

$$P(t) = \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}$$

liikkuu 2D-avaruudessa ja piirtää käyrän. Jos määritelmässä käytetään ensimmäisen asteen polynomifunktioita, saadaan aikaan yksinkertainen suora. Käyttämällä korkeamman asteen polynomifunktioita tuloksena syntyy pehmeästi kaartuvia käyriä. (Puhakka 2008, 61.)

Useimmin käytetään kuutiollista Bezier-käyrää, joka määritellään kolmannen asteen polynomien avulla. Koordinaattien määräämiä polynomeja  $x(t)$  ja  $y(t)$  ei yleensä anneta suoraan, koska nämä voidaan molemmat koota samoista kantapolynomeista kertomalla eri painokertoimilla. Nämä painokertoimet saadaan kontrollipisteiden  $x$ - ja  $y$ -koordinaateista. Käyrä voidaan siis tulkita summana, jossa kontrollipisteillä kerrotaan kantapolynomeilla. Kuutiollisen Bezier-käyrän (Kuva 2) tapauksessa käyrä määritetään neljän kontrollipisteen avulla:

$P_0, P_1, P_2, P_3$

Käyrän kantapolynomit ovat:

$$f_0(t) = (1 - t)^3 = -t^3 + 3t^2 - 3t + 1$$

$$f_1(t) = 3t(1 - t)^2 = 3t^3 - 6t^2 + 3t$$

$$f_2(t) = 3t^2(1 - t) = -3t^3 + 3t^2$$

$$f_3(t) = t^3$$

Kuutiollinen Bezier-käyrä saadaan nyt muodostettua seuraavasti:

$$P(t) = \sum_{i=0}^3 f_i(t) P_i$$

Bezier-käyrissä on usein enemmän kuin neljä kontrollipistettä, jolloin kuutiollinen polynomi ei riitä sitä kuvaamaan. Yleistä astetta  $n$  oleva Bezier-käyrä määritellään  $n + 1$  kontrollipisteen ja niin sanottujen Bernsteinin polynomien avulla. (Puhakka 2008, 62.)

### 2.3 Tiedostomuodot

Digitaalista kuvaa tallennettaessa on usein mahdollista valita monista tiedostomuodoista. Eri käyttötarkoituksia varten on olemassa omat tiedostomuotonsa, jotka voidaan karkeasti erottaa bittikarttakuva- ja vektorigrafiikkaformaatteihin. Bittikarttakuvan tiedostomuotoa valitessa kannattaa huomioida kuvan mahdollinen pakkaantuminen ja värisävyjen säilyminen. Pakkaamisessa pienennetään tiedoston kokoa matemaattisen algoritmin avulla, joka yleensä heikentää kuvan laatua. Myös vektorigrafiikan tiedostomuodoissa on eroja tiedoston koon osalta, mutta etenkin vektorigrafiikkaa tallennettaessa kannattaa huomioida sen mahdollinen jatkokäsittely eri ohjelmissa. Internetissä käytetyimmät kuvaformatit

ovat bittikarttagrafiikkaan perustuvat GIF ja JPEG. Myös vektorigrafiikkaa on mahdollista esittää internetissä esimerkiksi SVG- tai PDF-formaattien muodossa. Vektorigrafiikkaan perustuvia Flash-tiedostoja voidaan myös esittää internetissä, mikäli käytettävä selain tukee niitä. Julkaisu- tai painokäyttöön tarkoitetuissa kuvissa kannattaa ehdottomasti käyttää pakkaamattomia bittikarttakuvaformaatteja tai vektorigrafiikkakuvia. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 27.)

Bittikarttakuvaa ja vektorigrafiikkaa ei välttämättä tarvitse pitää erillään toisistaan. Niitä yhdistämällä on mahdollista saada tyylikkää hybridikuvia, joissa tyypillisesti vektoriobjektin täytöksi yhdistetään bittikarttakuva. Näin voidaan hyödyntää kummankin tiedostomuodon hyviä ominaisuuksia: vektorikuvan tarkkarajaisia muotoja ja bittikarttakuvan orgaanisempia pintoja. Tiedostoa joka sisältää vektori- ja bittikarttamuotoista tietoa, kutsutaan metatiedostoksi. (Harris & Withrow 2008, 16.)

### TIFF

TIFF on ammattigrafiikassa ja julkaisussa edelleen paljon käytetty tiedostomuoto. TIFF-kuvassa on mahdollista käyttää häviötöntä LZW-pakkausta, joka pienentää hieman TIFF-muodolle luonteenomaista isoa tiedostokokoa. Se tukee kaikkia yleisempiä väritiloja ja niin sanottuja rajaavia reittejä, joita käytetään kuvassa olevan kohteen irrottamiseen taustasta. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 28.) Muun muassa EPS-tiedostomuoto on nykyään alkanut syrjäyttää TIFF-kuvia taitto-ohjelmissa käytettävänä formaattina.

### GIF

GIF on yleisesti käytössä oleva häviötön bittikarttagrafiikan tallennusformaatti. GIF-tiedostot ovat värisyvyydeltään korkeintaan 8-bittisiä, eli yhtä aikaa näytettävien värien määrä rajoittuu 256:een. GIF-formaattia käytetään lähinnä yksinkertaisen grafiikan, erilaisten painikkeiden ja tekstielementtien esittämiseen internetissä. GIF-tiedostomuoto tukee läpinäkyvyyttä, joka mahdollistaa suorakaiteenmuotoisista kuvista luopumisen. Valokuville GIF soveltuu huonosti sen rajoitetun värimäärän ta-

kia. GIF-tiedostomuodon korvaajaksi on kehitetty PNG-formaatti, joka tukee myös täysvärikuvia ja osittaista läpinäkyvyyttä. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 28; Digitaalisen median perusteet 2008.)

### JPEG

Internetin lisäksi JPEG-formaattia käytetään yleisesti muun muassa digitaalikameroiden yhteydessä. Toisin kuin esimerkiksi GIF-kuvissa, JPEG-tallennuksessa käytetty pakkausalgoritmi JPEG DCT (Discrete Cosine Transform) on aina informaatiota kadottava. JPEG-muotoon tallennettaessa kuvista poistetaan yksityiskohtia, jolloin kuva pakkaantuu tehokkaasti. Pakkauksen määrä voidaan säätää, jolloin saadaan aina halutun kokoinen tiedosto. JPEG-formaatissa kuvat tallentuvat 24-bittisinä, eli ne voivat sisältää yli 16 miljoonaa eri värisävyä. Tämän takia JPEG-muoto sopii valokuvien ja muiden realististen kuvien tallennusmuodoksi, mutta viivapiirrosten ja muiden tarkkareunaisten kuvien esittämiseen se sopii huonosti. JPEG-formaatti ei tue läpinäkyvyyttä, mutta koska sillä on laaja tuki eri selaimissa, sitä käytetään huomattavan paljon internetsivuilla olevien kuvien esittämiseen. (Digikamera 1998.)

### SVG

SVG on XML-pohjainen kaksiulotteisten vektorikuvien kuvauskieli. Se on W3C:n (World Wide Web Consortium) suositus internetissä käytettävän vektorigrafiikan toteuttamiseen. SVG pohjautuu muun muassa Microsoftin kehittämään VML-sivunkuvauskieleen, jota käytetään muun muassa Microsoft Office-tuotteissa. SVG:n tarkoitus on tarjota sovelluskehittäjille tehokas ja monipuolinen formaatti, joka voi käytännössä sisältää lähes kaikkea vuorovaikutteiseen mediaan liittyvää. Vektorigrafiikan lisäksi SVG-tiedosto voi sisältää bittikarttakuvia ja tekstiä. Myös SVG-formaattia voidaan pakata gzip-ohjelman avulla, vaikka usein jo pakkaamaton versio on huomattavasti rasterikuvaa pienempi. Teknisten piirrosten ja karttasovellusten lisäksi SVG soveltuu esimerkiksi pelien ja käyttöliittymien pohjaksi. (Nykänen 2007, 3; Wikipedia 2009.)

## EPS

EPS on Adoben kehittämä vektorigrafiikan tallennukseen käytettävä tiedostomuoto. Siihen voidaan kuitenkin sisällyttää myös bittikarttagrafiikkaa. EPS-tiedosto koostuu kahdesta osasta: toinen on näytöllä näkyvä esikatselukuva ja toinen on PostScript-kielinen versio grafiikasta, jota käytetään varsinaiseen tulostukseen. Vaikka EPS-tiedostot ovat yleensä huomattavan suurikokoisia, ne ovat joissain tapauksissa erittäin käyttökelpoisia. Koska EPS-formaatti sisältää erillisen näytöllä esitettävän esikatselukuvan, on kuvan käsittely esimerkiksi taitto-ohjelmassa nopeaa. PostScript-kielen ansiosta on taas mahdollista korkearesoluutioinen tulostuskuva. EPS onkin yleisesti grafiikka- ja taitto-ohjelmissa käytetty tiedostomuoto. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 29.)

## PDF

PDF on Adoben kehittämä PostScript-kieleen pohjautuva käyttöjärjestelmäriippumaton tiedostomuoto. PDF-formaatilla lähes minkä tahansa ohjelman tuottama ulkoasu voidaan kuvata sellaisena, kuin se oli alkuperäisessä ohjelmassa. Se soveltuu hyvin valmiiden julkaisujen siirtämiseen tietojärjestelmästä toiseen, koska dokumentin ulkoasu näkyy lähes kaikissa järjestelmissä samanlaisena. PDF-formaatin lukemiseen käytetään ilmaista Adobe Reader -ohjelmaa, mutta myös jotkut kuvankäsittelyohjelmat osaavat avata PDF-tiedostoja ja kääntää ne muokattavaksi bittikarttagrafiikaksi. PDF-tiedosto voi sisältää vektori- ja bittikarttagrafiikkaa sekä tekstielementtejä, ja se käyttää samaa pakkausalgoritmia kuin JPEG-kuvat. Myös Adobe Illustratorin käyttämä AI-tiedostomuoto perustuu PDF-formaattiin. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 30.)

## DWG

DWG-formaatti on muun muassa AutoCADin käyttämä vektorikuvan tallennusmuoto. Siihen voidaan sisällyttää kaksi ja kolmiulotteista informaatiota ja metatietoja. Kuva kannattaa tallentaa DWG-muotoon, jos sitä on tarkoitus käsitellä CAD-ohjelmissa. DWG on nykyisin syrjäyttämässä AutoDeskin kehittämää DXF-formaattia eri CAD-ohjelmistojen välisessä

tiedonsiirrossa. DWG-tiedostomuoto on todennäköisesti käytetyin ja eniten tuettu CAD-tiedostoformaatti. (M.A.D.)

### SWF

SWF on ylivoimaisesti käytetyin formaatti interaktiivisten kuvien ja animaatioiden esittämiseen internetissä. Sen kehityksestä vastasi alun perin FutureWave Software, mutta tällä hetkellä SWF on Adoben omistama formaatti. SWF-tiedostoja voidaan luoda Adoben Flash- ja Flex Builder –sovelluksissa, ja niiden katsomiseen tarvitaan ilmainen Adobe Flash Player -ohjelma. Flash Player voidaan myös asentaa lisäosana yleisimpiin internetselaimiin. SWF on lähinnä vektorigrafiikkaa toistava formaatti, mutta siihen voidaan sisällyttää myös bittikarttakuvia ja esimerkiksi ääntä. (Wikipedia 2009.)

### PSD

PSD on Adobe Photoshop -ohjelman oma tiedostomuoto, jota käytettäessä kuvasta tallennetaan kaikki informaatio, jota Photoshop tarvitsee kuvan käsittelyssä. Tiedostoon tallentuu tieto muun muassa käytetystä kuvatilasta, tasoista, säätötasoista, efekteistä, kanavista ja apulinjoista. PSD on myös täysin häviötön tallennusmuoto, ja se on avattavissa kaikissa Adoben CS-tuoteperheen ohjelmissa. Esimerkiksi Adobe Illustrator -ohjelmassa on mahdollista avata PSD-tiedostosta vain haluttu taso tai säätötaso. (Pesonen 2007, 102.) Photoshopin yleistymisen myötä myös PSD on yhä laajemmin käytetty tiedostomuoto, joka on tuettuna myös useissa kilpailevissa kuvankäsittelyohjelmissa. PSD-tiedostomuodosta on myös kehitetty PSB-muoto, joka on tarkoitettu kuville, joiden fyysinen koko on yli 2 gigabittiä. (Wikipedia 2009.)



## 3 VEKTOROINTI

### 3.1 Yleisesti

Bittikarttakuvat ovat yleisesti tunnettuja ja paljon käytettyjä digitaalisen grafiikan muotoja. Vaikka bittikarttagrafiikka mahdollistaa pehmeät sävynvaihtelut ja valokuvamaisen ilmaisun, monessa tapauksessa on silti suositeltavampaa käyttää vektorigrafiikkaa bittikarttojen sijasta. Bittikarttakuvien vektorointi on yksi tapa luoda vektorigrafiikkaa. Sillä tarkoitetaan pikseleistä koostuvan bittikarttakuvan muuttamista polkuja sisältäväksi vektorikuvaksi. Vektoroimalla saadaan aikaan bittikarttakuvaa teräväreunaisempia kuvia, joissa on tasaisia väripintoja. Tällaisia kuvia käytetään esimerkiksi tunnuksissa, logoissa ja teknisissä piirroksissa. Kaikkea näitä voidaan luoda suoraan vektorigrafiikaksi, mutta hyvin usein ne joudutaan vektoroimaan bittikarttakuvista. Vektorointi on hyödyllistä kaikissa tapauksissa, joissa tarvitaan vektorigrafiikan erilaisia ominaisuuksia. (Pesonen 2007, 168; Vektorigrafiikan perusteet.)

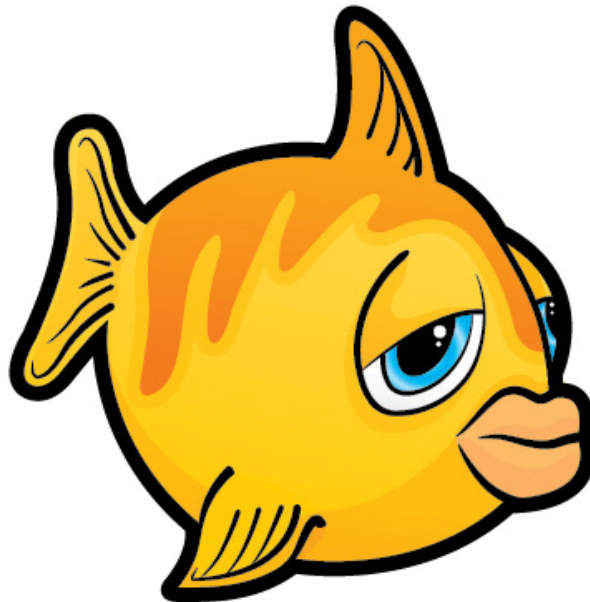
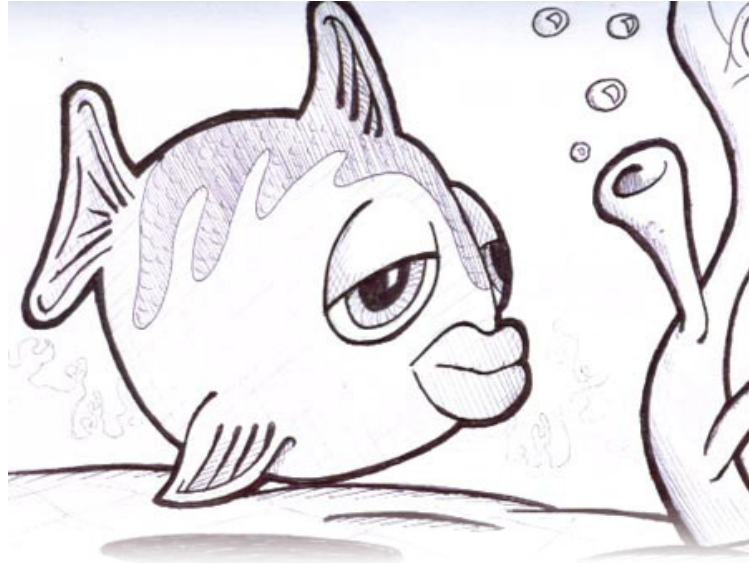
Vektorigrafiikan etu bittikarttagrafiikkaan verrattuna on se, että kuvaa voidaan suurentaa rajattomasti, ilman että sen laatu heikkenisi siitä. Tämän takia vektorigrafiikkaa käytetään kuvissa, joissa sen kokoa on mahdollisesti muutettava. Esimerkiksi yrityksen tuotemerkin ja logon tulisi olla vektorigrafiikkamuodossa, jotta samasta tiedostosta voitaisiin skaalata laadukas kuva internetsivuille, käyntikortteihin, pakettiauton kylkeen ja messubannereihin. Skannattujen piirrosten vektorointi on usein tarpeellista, koska vektorigrafiikkana niitä pystytään muokkaamaan ja esimerkiksi värittämään helpommin. Vektorikuvien säilyttäminen tietokoneella vie yleensä bittikarttakuvia vähemmän tilaa, joten se on myös suositeltavampi arkistointimuoto. Vektorigrafiikkaa tallentaessa ei myöskään tarvitse huolehtia pakkauksen aiheuttamasta kuvan laadun heikkenemisestä, kuten joissain bittikarttaformaateissa. (Pesonen 2007, 168.) Esimerkiksi JPEG-kuvissa usein ilmenevät pakkauksen aiheuttamat häiriöt vaikeuttavat myös kuvan vektorointia.

Kaikki tietokoneohjelmat käsittelevät bittikarttakuvaa pelkkänä eriväris-  
ten pikseleiden muodostamana verkkona. Jos kuvassa olevia muotoja  
halutaan käyttää hyväksi, on kuvan vektorointi välttämätöntä.  
Esimerkiksi mallinnusohjelmissa voidaan käyttää bittikarttakuvia  
objektien materiaaleina, mutta uusien kappaleiden luontiin tarvitaan  
vektorigrafiikkaa. Vektoroitu kuva on mahdollista siirtää ohjelmasta  
toiseen jos kummatkin ohjelmat tukevat samaa tiedostomuotoa.

## **3.2 Vektoroinnin käyttökohteita**

### **3.2.1 Graafinen suunnittelu**

Vektorointia käytetään paljon graafisen suunnittelun yhteydessä. Monet  
suunnittelijat ja esimerkiksi sarjakuvanpiirtäjät tekevät edelleen paljon  
töitä kynällä ja paperilla, koska samanlaista jälkeä on lähes mahdoton  
tehdä tietokoneella yhtä helposti ja nopeasti. Jotta käsin piirrettyä kuvaa  
pystyttäisiin hyödyntämään jatkossa, se on kuitenkin muutettava digitaaliseen  
muotoon. Skannaamalla käsin tehdyn piirroksen tietokoneelle ja  
vektoroimalla sen, saadaan usein hyvinkin laadukasta vektorigrafiikkaa,  
jota on mahdollista vielä muokata. Hyvin yleinen tapa on myös jonkin jo  
olemassa olevan bittikarttakuvan vektorointi ja sen muokkaaminen vek-  
torigrafiikkaohjelmalla haluamukseen. Vektorointia käytetään paljon eri-  
laisten painatusten yhteydessä, kun bittikarttamuodossa oleva kuva halu-  
taan painattaa esimerkiksi paitaan tai mainoskynään. Vektorigrafiikan  
ehdoton etu graafisessa suunnittelussa ovat sen avulla syntyvät selkeät ja  
tarkkarajaiset kuvat.

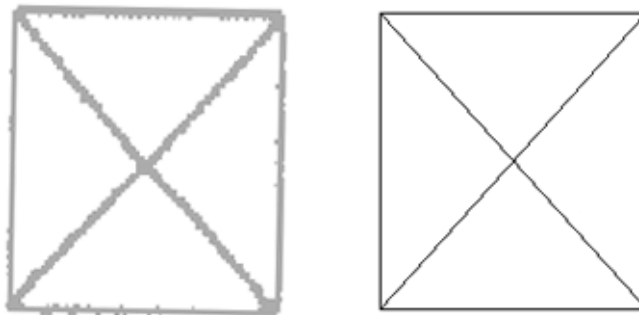


Kuva 3. Skannattu tussipiirros ja siitä vektoroitu kuva (Copyartwork 2008)

### 3.2.2 Tekninen piirtäminen

Vektorigrafiikka kehitettiin alun perin CAD/CAM-sovelluksille ja sen ominaisuuksien takia sitä käytetään edelleen tietokoneavusteisessa suunnittelussa. Vektorigrafiikkaa käytetään muun muassa arkkitehti- ja rakennesuunnittelussa, CNC-koneissa ja mekaniikka-, LVI- ja sähkösuunnittelussa. Jotta bittikarttakuvia pystyisi muokkaamaan CAD-ohjelmissa,

ne pitää muuttaa vektorigrafiikkamuotoon. Esimerkiksi arkkitehtien käsin tekemät piirrokset voidaan skannaamalla ja vektoroimalla siirtää CAD-ohjelmaan muokattavaksi. Jopa käsin kirjoitettu teksti voidaan suoraan muuttaa tietokoneen ymmärtämäksi tekstiksi. Tästä on apua, jos kuvassa on paljon mittoja tai muita merkintöjä. Muun muassa Scan2CAD-vektorointiohjelmassa on useita toimintoja, jotka helpottavat bittikarttakuvien muuttamista CAD-ohjelmien ymmärtämään muotoon. Esimerkiksi lievästi vinoja viivoja pystytään suoristamaan ja kulmia terävöittämään automaattisesti (Kuva 4). Jotkut vektorointiohjelmat käyttävät myös muodontunnistustekniikoita, jotka tunnistavat tekstin lisäksi muun muassa katkoviivat ja nuolet, sekä muuttavat ne ohjelman ymmärtäviksi objekteiksi. Tästä on huomattavasti hyötyä etenkin teknisessä suunnittelussa, jossa on erittäin tärkeää, että objektit ovat tarkasti määriteltäviä ja lisäksi helposti muokattavissa. (Softcover 2009.)



Kuva 4. Alkuperäinen bittikarttakuva ja Scan2CAD-ohjelmalla vektoroitu kuva (Softcover 2009.)

### 3.2.3 Tietokonegrafiikka

Vektorigrafiikkaa hyödynnetään nykyään tietokoneiden ja erilaisten mobiililaitteiden graafisissa käyttöliittymissä ja ohjelmissa. Vektorigrafiikan ansiosta ohjelmat saadaan näkymään näytöllä oikein tietokoneesta ja näytön resoluutiosta riippumatta. Etenkin mobiililaitteissa kevyemmät vektoriohjelmat toimivat usein rasterimuotoisia ohjelmia paremmin. (Wikipedia 2009.) Myös animaatioita ja pelejä toteutetaan jonkin verran vektoreina. Näiden kaikkien luomisessa voidaan käyttää pohjana vektor-

roituja bittikarttakuvia. Esimerkiksi valmiista rasteripohjaisesta animaatiosta saadaan vektoroimalla kevyempi ja loputtomiin asti skaalautuva animaatio, joka koostuu selkeistä vektorikuvista.

Tietokoneen kirjasimet jaetaan bittikarttakirjasimiin ja vektorikirjasimiin. Vektorikirjasimet kuvataan matemaattisesti merkin ääriivivoina ja ne jaetaan TrueType-, OpenType- ja PostScript-tyyppeihin. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 89.) Myös teksti voidaan vektoroida, jolloin tekstin yhteys fontti-tiedostoon puretaan ja tekstit muuttuvat muokattaviksi vektoripoluiksi. Näin toimitaan esimerkiksi silloin, kun halutaan varmistaa dokumentin paino- tai tulostuskelpoisuus. Tekstin vektorointi on välttämätöntä jos esimerkiksi kirjainten sisään halutaan rajata jokin kuva, tai tekstiä halutaan muotoilla vapaasti. Vektoroinnin jälkeen tekstin sisältöä ei voi enää muuttaa kirjoittamalla. (Korkeila 2007, 72.)

### **3.2.4 Karttasovellukset**

Karttasovelluksia tehdessä lähdemateriaalin vektorointi on välttämätöntä, koska karttasovellukset käyttävät poikkeuksetta vektorigrafiikkaa tietojen esittämiseen. Esimerkiksi Google Maps ja GPS-navigaattoreiden ohjelmistot ovat tällaisia sovelluksia. Karttapohjien vektorointiin voidaan käyttää digitointilaitetta, jonka avulla kuva saadaan suoraan paperilta vektorigrafiikaksi. (Grass 2009.) Nämä laitteet ovat kuitenkin kalliita, eivätkä ne pärjää tehokkuudessa nykyaikaiselle tietokoneohjelmalle. Karttoja on vektoroitu myös manuaalisesti, mutta kun kyseessä on suuria karttapohjia, työ on erittäin hidasta. Nykyään onkin pyritty nopeuttamaan karttapohjien digitointia käyttämällä automaattisia vektorointiohjelmaa manuaalisen digitoinnin sijasta. Esimerkiksi R2V-ohjelma on suunniteltu lähinnä rasteripohjaisten karttakuvien vektorointiin. Myös monissa paikkatietojärjestelmissä (GIS) on itsessään mahdollisuus satelliittien kautta saatujen kuvien vektorointiin. (Able Software Corp. 2008.)



Kuva 5. Satelliittikuvan pohjalta luotu vektorikartta (Mapresources 2009)

### 3.3 Vektoreiden muodostaminen pikseleistä

#### 3.3.1 Vektorointialgoritmit

Kun tietokoneohjelma muuttaa bittikarttakuvaa vektorigrafiikaksi, se käyttää tehtävään suunniteltua vektorointialgoritmia, joita on olemassa useita hyvinkin erilaisia. Vektorointialgoritmeilla tarkoitetaan kaavoja ja matemaattisia lausekkeita, joiden mukaan ohjelma laskee uusien vektorien sijainnin rasterikuvan pikselien mukaan. Jokaiseen suureen vektorigrafiikkaohjelmaan, jolla pystytään automaattisesti vektoroimaan bittikarttakuvia, on kehitetty omat vektorointialgoritmit. On selvää, että ei ole olemassa täydellistä algoritmia vektorointiin, koska aina on useita erilaisia tapoja piirtää vektorit pikseligrafiikan mukaan. Hyvä algoritmi onkin sellainen, jonka arvoja käyttäjä pystyy muuttamaan ja näin vaikuttamaan vektoroinnin lopputulokseen. (Potrace 2003.)

Tällaiset vektorointialgoritmit eivät luonnollisesti osaa luoda uutta sisältöä kuvaan, vaan ne yrittävät parhaansa mukaan toistaa bittikarttakuvan sisällön vektorien avulla. Parhaimmillaan vektorointialgoritmi on yksin-

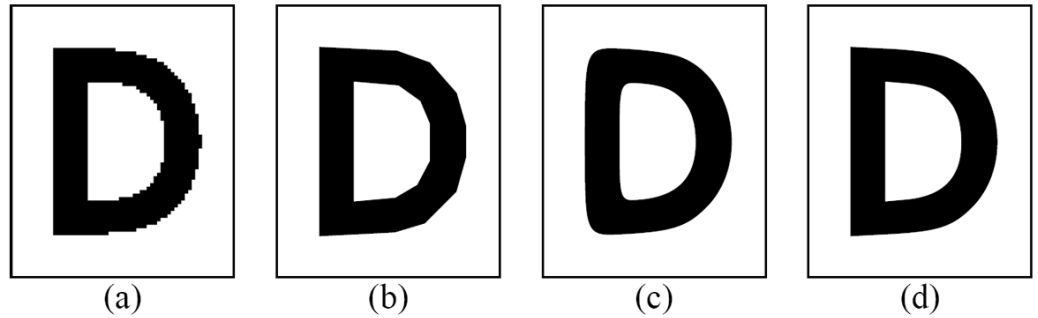
kertainen ja tehokas, ja sen tuloksena saadaan laadukas ja kevyt vektorikuva. Mitä yksinkertaisempia kaavoja algoritmi sisältää, sitä vähemmän prosessi kuluttaa tietokoneen tehoa, ja on siten myös nopeampi (Potrace 2003). Bittikarttakuvaa vektoroitaessa on tärkeä huomioida sen resoluutio, sillä mikään algoritmi ei toimi hyvin, jos vektoroitavassa kuvassa ei ole tarpeeksi pikseleitä kuvaa määrittämässä. Liian suuri resoluutio kuvassa saattaa puolestaan tuottaa liian yksityiskohtaisen ja raskaan vektorikuvan. (Pesonen 2007, 205.)

### 3.3.2 Algoritmin tehtävät

Vektorointialgoritmit sisältävät yleensä useita eri tehtäviä, jotka ohjelman on suoritettava valmiin vektorikuvan luomiseksi. Yksi tärkeimmistä tehtävistä on reunantunnistus, jossa etsitään kuvasta sellaisia pisteitä, joissa valon intensiteetti muuttuu terävästi. Nämä pisteet ovat oletettavasti kuvassa olevien objektien reunoja. Reunantunnistuksessa voidaan käyttää gradienttimenetelmää tai toisen asteen derivaattoihin perustuvaa menetelmää. Haasteellisinta reunantunnistusmenetelmille on erottaa kuvasta todelliset rajat, ja esimerkiksi kuvan pakkauksesta aiheutuva kohina. (Wikipedia 2009.) Kaikki kuvaan kuulumaton kohina pitäisi suodattaa pois, sillä kaikki häiriöt kuvassa aiheuttavat epämuodostumia ja ylimääräisiä ankkuripisteitä lopputulokseen. Tämän takia on suositeltavaa, että vektoroitavassa kuvassa olisi aina mahdollisimman vähän ylimääräistä häiriötä. (Potrace 2003.)

Toinen oleellinen tehtävä algoritmilla on luoda vektoripolkuja kuvan tunnistetuille reunoille. Polkujen pitäisi tietysti seurata mahdollisimman hyvin alkuperäisen kuvan reunoja mutta olla silti yksinkertaisia ja koostua mahdollisimman harvasta ankkuripisteestä. Joissain ohjelmissa tehdään vektorointiprosessin lopuksi vielä erillinen vektorikaarien optimointi, jossa vanhoja ankkuripisteitä poistetaan ja luodaan uusia optimaalisempiin paikkoihin. Näin saavutetaan yksinkertaisempi lopputulos. Kuvasta on myös tärkeää erottaa kaarevat muodot ja kulmat. Jos kulmia havaitaan paljon, saadaan vektoroinnin tuloksena usein liian kulmikas kuva. Jos kulmia taas havaitaan liian vähän, lopputulos on sulava, mutta lii-

an pyöreä (Kuva 6). Kulmien tunnistukseen on usein oma kohtansa vektorointialgoritmissa, jossa on määritelty tietty herkkyys, jolla kuvan terävät kohdat määritellään kulmiksi. Tätä herkkyyttä pystytään yleensä ohjelmassa säätämään myös manuaalisesti. (Potrace 2003.)



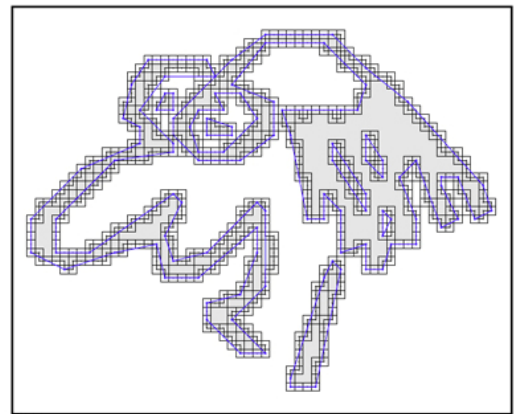
Kuva 6. Kulmien tunnistus. (a) alkuperäinen bittikarttakuva, (b) liian paljon kulmia, (c) liian vähän kulmia, (d) onnistunut kulmien tunnistus (Potrace 2003)

Seuraavassa on esimerkki Potrace-algoritmin toiminnasta (Kuva 7). Ensimmäisessä kuvassa (a) on alkuperäinen bittikarttakuva. Toisessa kuvassa (b) on määritelty kuvan rajat. Tässä vaiheessa kuvasta on suodattunut muutama pikseli, jotka ohjelma on katsonut ylimääräiseksi. Kuvan rajojen mukaan on muodostettu monikulmioita, jotka näkyvät kuvassa vaaleansinisinä. Seuraavassa kuvassa (c) näiden monikulmioiden ympärille on luotu vektoripolkuja. Vektorien ankkuripisteet ovat monikulmion jokaisessa kulmassa. Neljännessä kuvassa (d) on tehty vektoripolkujen optimointi, jossa punaiset pisteet ovat uusia ankkuripisteitä. Ankkuripisteiden määrä on tässä tapauksessa laskenut 40 %. Viimeisessä kuvassa (e) on lopullinen vektoripiirros. (Potrace 2003.)

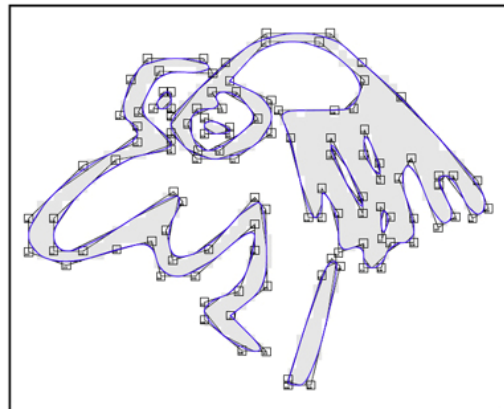




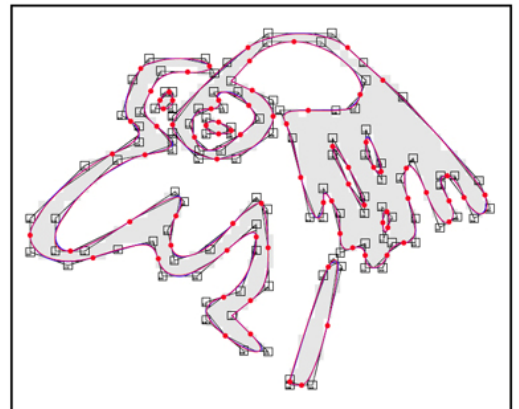
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Kuva 7. Potrace-algoritmin toiminta (POTRACE 2003)

## 4 OHJELMAT

### 4.1 Yleistä vektorigrafiikkaohjelmista

Sekä bittikarttagrafiikkaa että vektorigrafiikkaa varten on olemassa omat ohjelmansa. Bittikarttakuvia käsitellään kuvankäsittelyohjelmassa, ja vektorigrafiikkaa luodaan ja muokataan piirrosohjelmilla, jotka osaavat käsitellä vektorigrafiikkaa. Monilla vektorigrafiikkaohjelmilla onnistuu painovalmiiden julkaisujen tekeminen, kun taas osa vektorigrafiikkaohjelmista on enemmän tarkoitettu teknisten piirrosten luontiin. Esimerkiksi Macromedia FreeHand, CorelDraw ja Adobe Illustrator ovat perinteisiä vektorigrafiikkaohjelmia, jotka käsittelevät kuvaa polkuina ja niiden muodostamina suljettuina alueina. (Pesonen 2007, 74.)

Vektorikuva muodostuu objekteista, ja siksi piirrosohjelmissa kuvaa on helppo muokata, koska jokaista sen osaa voidaan käsitellä erikseen. Piirrettäessä vektorigrafiikka, piirrosohjelma laskee piirretyille viivoille matemaattisen kaavan, jonka näyttö ja tulostin osaavat tulkita. Kaavassa huomioidaan viivan alkamis- ja päättymispisteet sekä tukipisteet, ja näillä tiedoilla ohjelma selvittää viivan paikan, koon ja asennon. Esimerkiksi neliön kuvaamiseksi ohjelma tarvitsee tiedon sen sivujen pituudesta, paikasta, väristä sekä sivujen rajoittaman alueen täyttöväristä. Tarvittavat tiedot ohjelma saa joko niin, että hiirellä piirretään suoraan ohjelman piirtoalueelle tai niin, että tiedot syötetään näppäimistön ja ohjelman ominaisuusikkunan kautta. Esimerkiksi monet CAD-ohjelmat käyttävät jälkimmäistä vektorien luomistapaa, koska siten saadaan tarkalleen määritelty objekti. (Pesonen 2007, 167.)

Piirto-ohjelmilla voidaan tehdä esimerkiksi esitteitä, käyntikortteja, julisteita ja kansia. Useampisivuisten julkaisujen tekoon käytetään yleensä erillisiä taitto-ohjelmia. Piirto-ohjelmien etuna on kuitenkin helppokäyttöisyys ja muokattavuus, ja ne myös sisältävät monipuolisempia työkaluja objektien luontiin kuin taitto-ohjelmat. Jotkut vektorigrafiikkaohjelmat osaavat käsitellä myös bittikarttakuvia, vaikka niiden kuvankäsittelyominaisuudet ovat melko rajalliset. Kaikilla vektorigrafiikkaohjelmilla, jotka

pystyvät edes avaamaan bittikarttakuvia, onnistuu niin sanottu manuaalinen vektorointi. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 32.)

## 4.2 Vektorointiohjelmat

### Adobe Illustrator

Illustrator on Adoben kehittämä piirto-ohjelma, joka on muiden Adoben sovellusten tavoin saatavilla Microsoft Windowsille ja Mac OS:lle. Adobe Illustrator on alansa vanhimpia ja käytetyimpiä ohjelmia. Nykyinen ohjelmaversio vuonna 2009 on CS4 eli versionumero 14. Versionumerosta 11 lähtien Illustrator on kuulunut osana Adoben Creative Suit (CS) -ohjelmistopakettiin. CS2 versiosta lähtien Illustrator-ohjelmaan on sisällytetty monipuolinen Live Trace -toiminto, joka aikaisemmin tunnettiin nimellä Adobe Streamline. Illustratorin parhaita puolia ovat sen monipuoliset ominaisuudet erilaisten julkaisujen tekoon. Myös teknisten piirrosten luominen Illustratorissa onnistuu, mutta siihen tarkoitukseen on olemassa parempiakin ohjelmia. Illustratorissa ei esimerkiksi ole tekstintunnistusominaisuuksia (OCR). (Korkeila 2007, 5.)

### Adobe FreeHand

Aikaisemmin Macromedia FreeHand -nimellä tunnettu ohjelma on piirrosohjelmien klassikko ja edelleen suosittu graafisen suunnittelun maailmassa. FreeHand on nykyisin Adoben omistama tuote, johon ei ole julkaistu suurempia päivityksiä vuoden 2004 jälkeen. Viimeisimmäksi versioksi tulee jäämään FreeHand MX. Tästä huolimatta FreeHand on laadukas vektorigrafiikkaohjelma, jonka käytettävyys on monien mielestä edelleen alan parhaimmista. FreeHand on muun muassa repro- ja painotalojen standardiohjelma. (Pesonen 2007, 166.) Bittikarttakuvien vektorointiin FreeHandissa on Autotrace-työkalu, joka bittikarttakuvien vektoroinnin lisäksi osaa vektoroida kuvassa olevat vektoriobjektit. (Adobe 2009.)

### Easy Trace

Easy Trace on kallis, mutta monipuolinen vektorointiohjelma, jota käytetään muun muassa monien paikkatietojärjestelmien yhteydessä. Sillä pystytään tuottamaan lähes minkä tahansa paikkatietojärjestelmän suoraan ymmärtämiä karttapohjia. Easy Trace on myös erittäin yhteensopiva AutoCAD-ohjelmien kanssa. Easy Trace on ammattikäyttöön tarkoitettu ohjelma, joka tarjoaa vektoroinnin lisäksi huomattavan paljon ominaisuuksia kuvan käsittelyyn sekä bittikarttamuodossa että vektorigrafiikkana. Tällä hetkellä uusin päivitys ohjelmasta, versionumeroltaan 8.6, julkaistiin 20.1.2009. (Easy Trace 2008.)

### Inkscape

Inkscape on avoimeen lähdekoodiin perustuva ohjelma vektorigrafiikan tuottamiseen. Sen lisäksi että ohjelma on ilmainen, se toimii Microsoft Windowsin lisäksi MacOS- ja Linux-käyttöjärjestelmissä. Inkscapen kehitys alkoi vuonna 2003, ja sen uusin versio on tällä hetkellä versionumeroltaan vasta 0.46. Tiedostojen oletustallennusmuoto on SVG, vaikka kaikkia SVG-formaatin ominaisuuksia Inkscape ei tue. Kuten monessa muussakaan vektorigrafiikkaohjelmissä, bittikarttakuvien muokkaamiseen tarkoitettuja työkaluja ei Inkscapessa ole. (Wikipedia 2008.) Bittikarttakuvien vektorointi sen sijaan onnistuu. Inkscape käyttää vektorointiin Peter Selingerin kehittämää Potrace-ohjelmaa. (Inkscape 2005.)

### MagicTracer

MagicTracer on Algorithms-nimisen yhtiön valmistama vektorointiohjelma. Ainoastaan Microsoft Windows -käyttöjärjestelmissä toimiva MagicTracer on edullisen hintansa ansiosta varteenotettava vaihtoehto suuremmille vektorointiohjelmeille. MagicTracer-ohjelman suurin vahvuus on melko monipuoliset mahdollisuudet muokata bittikartta- ja vektorikuvia. Valitettavasti vektorigrafiikkaa voidaan tallentaa vain DXF-muotoon tai MagicTracerin omaan formaattiin. Useimmat vektorigrafiikkaohjelmat, kuten yleisimmät CAD-ohjelmat tukevat kuitenkin universaalia

DXF-formaattia. Bittikarttakuvia MagicTracer-ohjelmaan voidaan tuoda BMP-, JPEG-, PNG- tai TIFF-muodossa. (Good 2009.)

### Scan2CAD

Windows-käyttöjärjestelmissä toimivan Scan2CAD-ohjelman on valmistanut Softcover International Limited. Se on nimensä mukaisesti tarkoitettu skannattujen kuvien siirtämiseen CAD-ohjelmiin. Esimerkiksi valokuvia ei tällä ohjelmalla kannata vektoroida, sillä Scan2CAD tuottaa vain mustavalkoisia vektorikuvia, jotka koostuvat yksinkertaisesta viivagrafiikasta. Sen sijaan teknisten piirrosten vektoroimiseen ohjelma tarjoaa runsaasti ominaisuuksia. Etenkin skannauksen aiheuttamia virheitä kuvassa Scan2CAD osaa poistaa kiitettävästi. Ohjelma tukee myös optista tekstintunnistusta. (Softcover 2009.)

### CorelDRAW

CorelDRAW on perinteinen vektorigrafiikkaohjelma, jonka ensimmäinen versio julkaistiin jo vuonna 1989. Ohjelma toimi aikaisemmin Windows-käyttöjärjestelmien lisäksi Mac OS- ja Linux-järjestelmissä, mutta niiden tukeminen lopetettiin 2000-luvun alussa. Bittikarttakuvien vektorointiin tarkoitettu CorelTRACE-lisäosa on ollut saatavilla CorelDRAW-ohjelmaan jo versiosta kolme lähtien. Muita ominaisuuksia rasterigrafiikan muokkaamiseen ei ohjelmassa ole. Tällä hetkellä uusin CorelDRAW, versionumeroltaan X4 (14), pitää sisällään PowerTRACE-nimisen vektorointityökalun, joka on kehittynyt huomattavasti sen alkuperäisestä muodosta. PowerTRACE ei kuitenkaan pärjää vertailussa sen suurimman kilpailijan Illustrator Live Trace:n kanssa. Manuaaliseen vektorointiin CorelDRAW soveltuu yhtä hyvin kuin Illustrator. (Wikipedia 2009.)

### VPHybridCAD

VPHybridCAD on Softelec-yhtiön kehittämä CAD-ohjelma. Sana hybrid ohjelman nimessä viittaa siihen, että VPHybridCAD sisältää työkaluja vektorigrafiikan ja bittikarttagrafiikan muokkaamiseen. Ohjelma ei silti missään tapauksessa ole varsinainen kuvankäsittelyohjelma. Bittikartta-

kuvien vektorointiin VPHybridCAD sen sijaan tarjoaa monipuoliset ominaisuudet. Muiden CAD-pohjaisten ohjelmien tapaan se on parhaimmillaan teknisten piirrosten vektoroimisessa. VPHybridCAD tarjoaa lisäksi mahdollisuuden vektoroida värikuvia, ja se sisältää myös laadukkaita muodontunnistusominaisuuksia. (Good 2009.)

## R2V

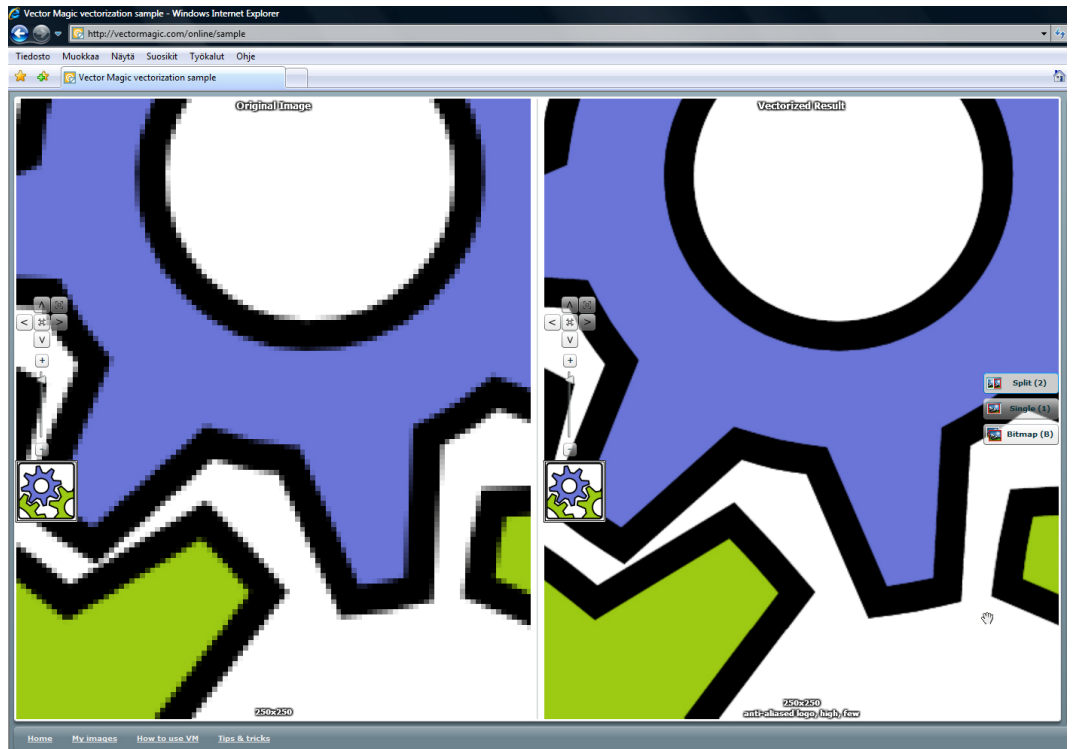
R2V on Able Softwaren luoma vektorointiohjelma, jota käytetään muun muassa karttojen digitoinnin apuvälineenä ja yhteistyössä GIS-järjestelmien kanssa. R2V-ohjelman automaattinen vektorointityökalu toimii hyvin skannattujen karttojen ja muiden piirustusten kanssa. Kuvankäsittelyominaisuuksia ohjelmassa ei ole, mutta lähes missä tahansa formaatissa olevia bittikarttakuvia pystytään avaamaan. Myös valmiita vektorikuvia voidaan tallentaa useaan eri muotoon. Ainakin DXF-, IGES-, STL-, VRML- ja SVG formaatit ovat tuettuina. Koska R2V on kehitetty karttojen vektorointiin, sillä pystytään muun muassa luomaan kolmiulotteista vektorigrafiikkaa kerroksittaisista lähdekuvista. (Good, R. 2009; Able Software Corp. 2008.)

### **4.3 Vektorointi internetissä**

Selaimella toimivia vektorointiohjelmia ei ole montaa olemassa, mutta yksi on sitäkin laadukkaampi. Vector Magic on toimiva työkalu nopeaan vektorointiin, ja se toimii täysin selainpohjaisesti. Sen kehittivät James Diebel ja Jacob Norda Stanfordin yliopistossa, tosin nykyään Vector Magic on kaupallinen ohjelma, jonka takana on yksityinen yritys. Käyttäjän on mahdollista kokeilla ohjelmaa ilmaiseksi, mutta valmiiden vektorikuvien lataaminen ei onnistu ilman maksua. Vector Magic pärjää hyvin vertailussa esimerkiksi Adoben ja Corelin vastaaviin työkaluihin niin hinnan kuin laadunkin osalta. Selaimella toimivaa ohjelmaa on mahdollista käyttää alle seitsemän euron kuukausimaksua vastaan. (Garmahis 2009.)

Vector Magic -ohjelmasta on saatavilla myös työpöytäversio, joka toimii hieman perinteisemmällä tavalla. Työpöytäversiossa on myös ominaisuuksia, jotka ovat ilmeisesti liian raskaita selaimella käytettäväksi. (Vector Magic 2009.) Ohjelman kummassakin versiossa on hyvin käyttäjätavallinen ja toimiva käyttöliittymä (Kuva 8). Nappien sijoittelu, työkalut ja navigointi on tehty loogisiksi ja helppokäyttöisiksi. Sivuille on jopa laitettu useita opasvideoita auttamaan ohjelman käytössä. Vektorointiprosessi suoritetaan muutaman välivaiheen kautta. Aluksi käyttäjältä kysytään vektoroitavaa kuvaa, joka ladataan ohjelmaan. Vector Magic tukee bittikarttakuvien JPEG, GIF ja PNG-tiedostomuotoja. Seuraavaksi valitaan, onko alkuperäinen kuva valokuva, logo pehmeillä reunoilla vai logo terävillä reunoilla. Kuvan tyyppin valinnan mukaan ohjelma tekee valmiit esiasetukset vektoroinnille. Tämän jälkeen määritetään kuvan laatu, eli miten vahingoittunut kuva on esimerkiksi pakkauksen takia. Lopuksi valitaan vielä käytettävien värien määrä. Kaikkiin näihin välivaiheisiin Vector Magic suosittelee mielestään parasta vaihtoehtoa, joten usein käyttäjän ei tarvitse kuin painella Next-nappia. (Sitepoint 2009.)

Vector Magic -ohjelman käyttämä algoritmi on suunniteltu pitämään vektoroidun kuvan ankkuripisteiden lukumäärän vähäisenä, ja siten valmis kuva on yleensä yksinkertainen ja selkeä. Ohjelmassa käytetty vektorointialgoritmi on kaiken kaikkiaan erittäin laadukas. Se osaa tunnistaa muotoja alkuperäisestä bittikarttakuvasta hyvin ja jättää huomioimatta kuvassa olevia virheitä. Jos automaattinen vektorointi ei tuottanut haluttua lopputulosta, vektorikuvaa on mahdollista vielä muokata. Ainakaan ohjelman selain-versiossa nämä muokkaustoiminnot eivät tosin olleet aivan samalla tasolla kuin kilpailevissa vektorigrafiikkaohjelmissa. Joitain kuvan yksityiskohtia Vector Magic -ohjelmassa pystytään kuitenkin korjaamaan. Kun vektorikuva on valmis, se voidaan ladata tietokoneelle EPS-, SVG-, PDF- tai PNG-muodossa. (Sitepoint 2009.)



Kuva 8. Vector Magic -ohjelman käyttöliittymä



## 5 VEKTOROINNIN TOTEUTUS

### 5.1 Manuaalinen vektorointi

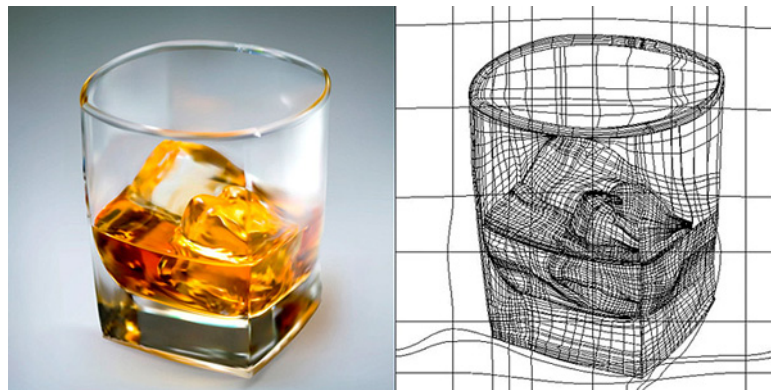
#### 5.1.1 Manuaalinen vektorointi yleisesti

Bittikarttakuvien vektorointi voidaan toteuttaa automaattisesti erilaisilla trace-ohjelmilla tai manuaalisesti vektorigrafiikan piirto-ohjelmilla. Manuaalisella vektoroinnilla tai itse tehdyllä vektoroinnilla tarkoitetaan vektorigrafiikan piirtämistä alkuperäisen bittikarttakuvan päälle. Tämä onnistuu tuomalla vektoroitava kuva piirto-ohjelmaan Import-, Open- tai Place-komennolla. Tämän jälkeen kuva piirretään piirto-ohjelman vektorityökaluilla käyttäen apuna taustalla olevaa bittikarttakuvaa. Digitointilaitteiden käyttö perustuu myös manuaaliseen vektorointiin, mutta digitointilaitetta käytettäessä kuvan ei tarvitse edes olla digitaalisessa muodossa, vaan vektoroitava kuva voi olla esimerkiksi paperilla. Manuaalista vektorointia käytetään, kun kuvaa halutaan muokata ja tyyliä enemmän. Kuvan piirtäminen kokonaan uudestaan vie kuitenkin usein paljon aikaa ja vaatii tekijältä taitoa ja kokemusta vektorien käsittelystä. (Korkeila 2007, 103; Evectorize 2004.)

Manuaalisesti vektoroimalla kuvasta saadaan tarkasti halutun näköinen, ja ankkuripisteiden määrä pysyy helpommin hallinnassa. Myös kuvan värimaailmaa pystytään hallitsemaan paremmin vektoroitaessa itse. Vektoroitava kuva voidaan esimerkiksi piirtää mustavalkoiseksi, siirtää se kuvankäsittelyohjelmaan ja värittää se siellä. Käytettäessä automaattisia trace-sovelluksia, vektoroinnin lopputulosta joudutaan käytännössä usein vielä muokkaamaan käsin. Itse tehty vektorointi on siis usein myös automaattisen vektoroinnin yksi työvaihe. Tämän takia joissain tapauksissa päästään jopa helpommalla ja saadaan lisäksi parempi lopputulos vektoroimalla koko työ manuaalisesti. (Evectorize 2004.) Itse tehty vektorointi onnistuu kaikilla vektorigrafiikkaa tuottavilla piirto-ohjelmilla, joihin pystyy tuomaan bittikarttakuvia. Mitä enemmän piirto-ohjelmassa on työkaluja vektorigrafiikan luomiseen, sitä monipuolisempaa jälkeä on mahdollista saada.

### 5.1.2 Vektoreiden piirtäminen

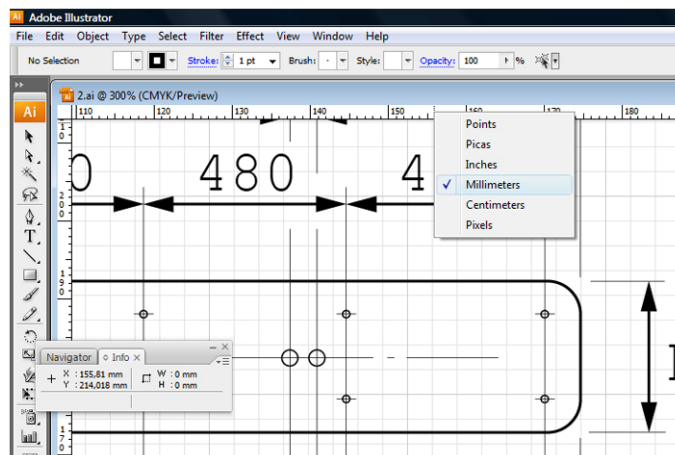
Vektorigrafiikkaohjelmien perinteisillä työkaluilla ei ole todellisia vastineita, toisin kuin esimerkiksi bittikarttagrafiikan siveltimillä, ruiskuilla ja pyyhekumilla. Tämän takia vektorigrafiikan luonti on hieman abstraktimpaa. Vektoriohjelmiin käytetään erilaisia perustyökaluja, joilla luotuja objekteja myös usein muokataan. Yksinkertaisimpia näistä ovat viiva-, suorakaide- ja soikiotyökalut. Monipuolisempia objekteja saadaan erilaisilla kynätyökaluilla, joilla voidaan piirtää ja muokata vapaamuotoisia kuvioita. Käytettävät piirtotyökalut riippuvat siitä, millaista jälkeä halutaan. Esimerkiksi luomalla liukuvärejä Gradient-työkalujen avulla saadaan hyvin erinäköinen kuva (Kuva 9), kuin jos käytettäisiin pelkkiä tasaisia väripintoja. Eri työkaluilla piirrettyjä elementtejä voidaan myös yhdistää, jolloin saadaan aikaan erilaisia tehosteita. (Lamberg, Penttinen ja Keränen 2003, 34.)



Kuva 9. Illustratorin Gradient Mesh-työkalun jälkeä  
(Valek 2008)

Koska vektorigrafiikan piirtäminen on hyvin pitkälti vektorien ja ankkuripisteiden työstämisestä, on valintojen tekeminen yksi olennaisimmista asioista. Esimerkiksi Illustratorissa on kaikkiaan viisi erilaista valintatyökalua tähän tarkoitukseen. Varsinaisen objektien valintatyökalun lisäksi paljon käytetään myös suoravalintatyökalua, jolla valitaan objektien osia, kuten yksittäisiä vektoreita ja ankkuripisteitä. (Korkeila 2007, 17.) Kynä-, tai polkutyökalu toimii yleensä perustyökaluna vektorigra-

fiikkaa piirrettäessä. Jonkinlainen kynätyökalu löytyy jokaisesta vektorigrafiikkaohjelmasta, ja sen käyttö on erittäin olennaista vektoroitaessa manuaalisesti. Kynätyökalulla luodaan uusia vektoreita ja ankkuripisteitä. Käytettävästä ohjelmasta riippuen kynätyökalulla voidaan myös poistaa ankkuripisteitä. Tämä on tarpeellista, etenkin jos manuaalisen vektoroinnin pohjana käytetään automaattisen vektoroinnin tulosta, jossa on usein tarpeettoman paljon ankkuripisteitä. (Korkeila 2007, 22.) Jos työskennellään teknisten piirustusten parissa, on yleensä välttämätöntä, että piirustusten mitat ovat tarkkoja ja mittasuhteet pysyvät oikeina vektoroinnin aikana. Tässä CAD-pohjaiset ohjelmat ovat ylivertaisia, mutta esimerkiksi Illustrator ja FreeHand tarjoavat myös paljon apuja mittatarkkaan työskentelyyn. Erilaiset viivaimet, ruudukot ja muut mittatyökalut helpottavat työskentelyä, kun tarkoituksena on säilyttää mittasuhteet oikeina (Kuva 10). (Korkeila 2007, 30.)



Kuva 10. Illustratorin mittatyökaluja

Monipuolisimmista piirto-ohjelmista löytyy myös paljon työkaluja vektoriviivan tyylittelyyn. Erilaisilla siveltimillä voidaan helposti luoda ilmeikästä kuvitusta, joka on omiaan esimerkiksi sarjakuvien tekoon. Siveltimillä voidaan muun muassa jäljitellä lyijykynän tai tussin tekemää jälkeä sekä luoda toistuvia, vektoripolkua seuraavia objekteja.

## **5.2 Automaattinen vektorointi**

### **5.2.1 Automaattinen vektorointi yleisesti**

Automaattisella vektoroinnilla tarkoitetaan bittikarttakuvien vektorointia ohjelmallisesti. Tätä varten on olemassa useita sekä kaupallisia, että ilmaisia ohjelmia. Tällä hetkellä lähes kaikista käytetyimmistä vektorigrafiikkaohjelmista löytyy jonkinlainen toiminto bittikarttakuvien automaattiseen vektoroimiseen. Yleensä tämä toiminto löytyy nimellä trace. Käytännössä automaattinen vektorointiohjelma tutkii erilaisia kaavoja ja matemaattisia lausekkeita käyttäen bittikarttakuvassa olevia muotoja. Näitä muotoja jäljittelemällä ohjelma luo vektoreita vastaaviin paikkoihin. Jotkut ohjelmat käyttävät hyvinkin erilaisia algoritmeja vektoroinnin suorittamiseen, ja siksi valmiit vektorikuvat eroavat joskus huomattavasti toisistaan. Eri vektorointiohjelmien vertailu on vaikeaa, koska vektoroinnin onnistuminen riippuu suurelta osalta siitä, millaista jälkeä halutaan saada aikaiseksi. (Adobe 2005.)

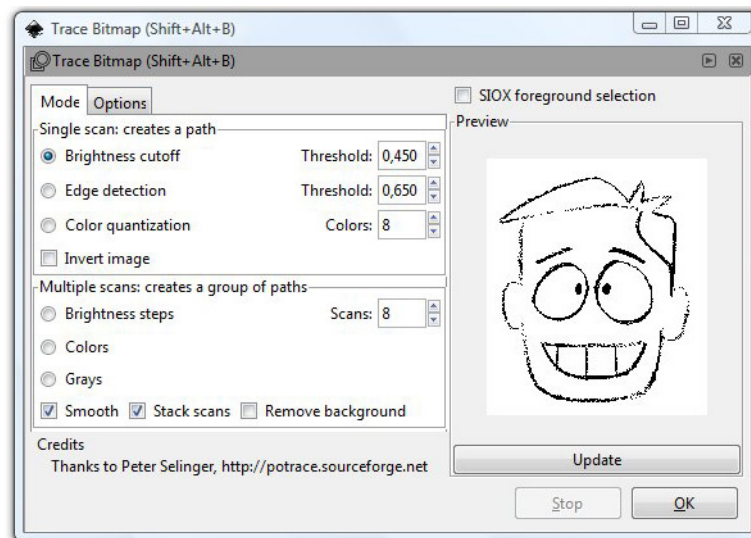
Vaikka automaattiset vektorointiohjelmat ovat kehittyneet huomattavasti, lopputulosta joudutaan usein silti muokkaamaan vielä käsin. Automaattisen vektoroinnin ehdoton vahvuus on kuitenkin käytetystä ohjelmasta riippumatta sen helppous ja nopeus. Monet kokeneet suunnittelijat kuitenkin välttävät automaattisten trace-ohjelmien käyttöä, koska he kokevat saavansa parempia tuloksia tekemällä vektoroinnin käsin. Osaava vektorigrafiikan piirtäjä saakin bittikarttakuvan vektoroitua manuaalisesti tarkemmin halutun näköiseksi. Tämä on kuitenkin erittäin aikaa vievää työskentelyä verrattuna siihen, että antaisi ohjelman tehdä suurimman työn ja käyttäisi lopun ajan kuvan manuaaliseen viimeistelyyn. (Adobe 2005.)

### **5.2.2 Trace-toiminto**

Jonkinlainen trace-toiminto löytyy nykyään kaikista suurimmista vektorigrafiikkaohjelmista. Esimerkiksi Adobe Illustrator sisältää Live Trace -työkalun, CorelDraw-ohjelmassa tämä on nimellä PowerTRACE, Free-

Handissä on Autotrace-toiminto ja Adobe Flashissä Trace Bitmap. Joihinkin vektorigrafiikkaohjelmiin on hankittava erillinen trace-lisäosa bittikarttakuvien vektorointiin. Esimerkiksi Illustratorin vanhempiin versioihin on liitettävissä Adobe Streamline -ohjelma.

Kaikki trace-työkalut toimivat samalla peruseriaatteella. Vektorointi aloitetaan tuomalla vektoroitava bittikarttakuva ohjelmaan Place-, Open- tai Import-käskyllä. Trace-toimintoa käytettäessä on suositeltavaa, että vektoroitavan kuvan resoluutio olisi melko suuri. Jos resoluutio on liian pieni, ohjelman on vaikea hahmottaa muotojen reunoja ja esimerkiksi kulmista tulee helposti liian pyöreitä. (Autotracing tips 2001.) Kun bittikarttakuva on avattu, valitaan trace-työkalu, joka avautuu yleensä omaan ikkunaan. Trace-ikkunassa olevat valinnat saattavat olla erinimisiä eri ohjelmissa, mutta niiden käyttötarkoitukset ovat usein hyvin samanlaiset.



Kuva 11. Inkscape-ohjelman trace-ikkuna (Boundingbox 2008.)

Joissain tapauksissa trace-ikkunassa on valittavana valmiita asetuksia vektoroitavan bittikarttakuvan tyylin mukaan, mutta asetuksia pystytään aina myös muokkaamaan itse. Vektorointiasetusten säätäminen aloitetaan usein valitsemalla käytettävien värien määrä. Joissain ohjelmissa on myös mahdollista valita itse käytettävä väripaletti. Jos vektoroidaan mustavalkoista kuvaa, valikossa on yleensä Brightness-valinta, joka määritte-

lee arvon, jota vaaleammat sävyt tulevat valkoisiksi ja tummemmat mustiksi. Muut valinnat trace-ikkunassa liittyvät yleensä siihen, miten hyvin vektoroitu muoto noudattaa alkuperäistä muotoa. Ohjelmissa on myös yleensä jonkinlainen Update- tai Preview-toiminto, joka auttaa näkemään tehdyt muutokset vektorikuvassa. Kun halutut säädöt on tehty, trace-ohjelma muuttaa valitun bittikarttakuvan vektoripoluiksi. Jotkut vektorointiohjelmat säilyttävät vielä tässä vaiheessa yhteyden alkuperäiseen rasterikuvaan, jonka ansiosta käyttäjä pystyy tarvittaessa palaamaan vektorointiasetusten muokkaamiseen. Tästä hyvänä esimerkkinä on Illustrator Live Trace. (Adobe 2005; Pesonen 2007, 250.)

### **5.2.3 Muodontunnistus**

Muodontunnistus tarkoittaa menetelmiä ja algoritmeja, joiden avulla datasta pystytään tunnistamaan säännönmukaisuuksia. Käyttökohde voi liittyä mihin tahansa sovellukseen, jossa on tarkoitus tulkita automaattisesti mittasignaaleja ja päätellä siten jotain tarkasteltavasta kohteesta. Muodontunnistusta käytetään muun muassa sormenjälkitunnistuksessa ja henkilön kasvokuvan tunnistuksessa. (Johdatus tilastolliseen hahmontunnistukseen.)

Optinen tekstintunnistus (OCR) on yksi muodontunnistuksen osa-alue, jota monet automaattiset vektorointiohjelmat käyttävät apuna kuvaa vektoroitaessa. Tekstintunnistustoiminto löytyy myös monista skannereiden ja digitointilaitteiden mukana tulevista ohjelmista ja esimerkiksi Microsoft Office Document Imaging-ohjelmasta. Tekstintunnistuksella tarkoitetaan sitä, että kuvassa oleva teksti käännetään ohjelmien ymmärtämiksi tekstimerkeiksi. Tekstintunnistuksen ansiosta teksti, joka on kuvassa pelkkinä pikseleinä, saadaan helposti muokattavaksi vektoripohjaiseksi tekstiksi. (Microsoft 2009.)

Tekstintunnistusohjelma ei varsinaisesti tunnista tekstiä, vaan merkkejä, joita sille voidaan myös opettaa. Jos tunnistusohjelmassa ei itsessään ole oikolukuohjelmaa, on teksti käytävä itse läpi ja korjattava mahdolliset virheet. Tunnistuksessa on tärkeää, että tunnistettavan tekstin kuvanlaatu

on tarpeeksi hyvä. Jos kuvan resoluutio on liian pieni tai kuvassa on virheitä, tekstin tunnistuksessa saattaa tulla ongelmia. Skannaaminen noin 300 dpi:n resoluutiolla tuottaa useimmissa ohjelmissa parhaiten muunnettavaksi sopivan tekstin. OCR-ohjelman käyttö ei ole järkevää, jos tekstit ovat todella pieniä tai käyttö on vain satunnaista. (Internetix.)

Muodontunnistusta voidaan käyttää hyväksi muun muassa digitoitaessa teknisiä piirustuksia. Kirjainten ja numeroiden lisäksi monet muodontunnistusta hyödyntävät vektorointiohjelmat osaavat erottaa muitakin objekteja, kuten arkkitehti- ja LVI-merkintöjä, sekä mitoissa useasti käytettäviä nuolia. Optista tekstintunnistusta käytetään paljon myös painoissa ja digitointipalveluissa. OCR-ohjelman avulla saadaan painettu, tulostettu tai koneella kirjoitettu teksti digitaaliseen muotoon uudelleen käsiteltäväksi. Näin voidaan esimerkiksi loppuunmyydyistä kirjasta ottaa uusi painos, vaikka kirjaa ei löytyisi sähköisessä muodossa. Tällaiseen tarkoitukseen sopiva ohjelma on Adobe Acrobat Capture, jolla voidaan paperimuodossa olevia asiakirjoja muuntaa laadukkaiksi PDF-dokumenteiksi. Acrobat Capturessa on myös muun muassa automaattinen fontin- ja kielentunnistus sekä oikolukutoiminto. (Yliopistopaino; Adobe 2009.)

#### **5.2.4 Eräajovektorointi**

Bittikarttakuvien eräajovektorointi on kätevää silloin, kun vektoroitavana on lukuisia kuvia samoilla asetuksilla. Adobe Illustrator -ohjelmaa käytettäessä eräajovektorointi onnistuu Bridgen avulla. Bridgessä on mahdollista käyttää valmiita scriptejä, jotka suorittavat kerralla automaattisen Live Trace -vektoroinnin useille tiedostoille. Bridgen scriptit perustuvat Java-Script-ohjelmointikieleen ja ovat käyttäjän itse muokattavissa. (Adobe 2005.) Eräajovektoroinnista hyötyvät esimerkiksi animaattorit sekä sarjakuvien ja videoiden tekijät.

Useimmista videoeditointi- ja animaatio-ohjelmista voidaan muuntaa videokuva sarjaksi yksittäisiä, bittikarttamuotoisia kuvatiedostoja. Tällaisia ohjelmia ovat muun muassa Adobe Premiere Pro ja After Effects, sekä 3ds Max. Sarjakuvien tekijä voi puolestaan skannata halutut piirrookset ja

muuntaa ne kaikki vektorigrafiikaksi nopeasti samoilla asetuksilla. Illustratorin eräajovektorointiin voidaan käyttää samoja bittikarttaformaatteja kuin Live Trace -vektorointiin yleensäkin. (Korkeila 2007, 112.)

Vektorointia kannattaa aluksi kokeilla yhdellä kuvalla ja tallentaa siihen sopivat asetukset Tracing Preset -listaan. Varsinainen eräajovektorointi aloitetaan valitsemalla Bridgessä kuvasarja tai kansio, josta vektoroitavat kuvat löytyvät. Live Trace -eräajoikkuna saadaan avattua valitsemalla valikkoriviltä Tools/Illustrator/Live Trace. Sen jälkeen ikkunassa olevasta listasta valitaan aikaisemmin tallennettu Tracing Preset -profiili, tai jokin muu Live Trace -profiileista, joka sisältää asetukset kuvasarjan vektorointiin. Jos kuvista halutaan esimerkiksi luoda Flash-animaatio, niin ne voidaan koostaa yhteen Illustrator-tiedostoon omille tasoilleen, mutta oletusarvoisesti kuvat tallentuvat erillisiin tiedostoihin. Tämän jälkeen valitaan vektoroitavien kuvien kohdekansio ja suoritetaan vektorointi. Valmiista kuvista voidaan tämän jälkeen esimerkiksi luoda animaatio Adobe Premiere -ohjelmassa. (Korkeila 2007, 112.)



## 6 CASE: BITTIKARTTAKUVAN VEKTOROINTI ADOBE ILLUSTRATOR-OHJELMASSA

### 6.1 Työn esittely

Case-osion tarkoituksena on tutkia erilaisten bittikarttakuvien vektoroimisprosessia käytännössä. Kuten aikaisemmin on todettu, mikään vektorointiohjelma ei pysty alkuperäisestä kuvasta suoraan päättämään millaisen vektorikuvan käyttäjä haluaa. Laadukkaimmissa vektorointiohjelmissa on kuitenkin mahdollisuus erilaisten säätöjen avulla muokata vektorointialgoritmin arvoja ja näin päästä vaikuttamaan vektoroinnin lopputulokseen. Alkuperäisen bittikarttakuvan laatu on myös yksi vektoroinnin lopputulokseen vaikuttava asia. Jos vain mahdollista, tämä kannattaa huomioida jo bittikarttakuvaa luodessa, esimerkiksi ottamalla valokuvan laadukkaalla kameralla ja käyttämällä siinä oikeita valotusarvoja.

Vektorointiin käytetään tässä tapauksessa Adobe Illustrator -ohjelmaa ja siihen kuuluvaa Live Trace -vektorointityökalua. Illustratorin vektorointiominaisuuksissa ei ole huomattavia eroja versioiden CS2 - CS4 välillä ja samat toiminnot löytyvät kaikista kolmesta versiosta. Tässä työssä esiintyvät esimerkit ovat versiosta CS3. Illustrator CS2 -ohjelmaa aikaisemmissa versioissa ei ollut mahdollisuutta automaattiseen vektorointiin ilman erikseen hankittavaa Streamline-lisäosaa, mutta manuaalinen vektorointi onnistuu Illustrator-ohjelman kaikissa versioissa. Koska Illustrator on tarkoitettu lähinnä graafiseen suunnitteluun, myös sen vektorointiominaisuudet on suunniteltu sen mukaan. Tämän takia esimerkiksi teknisten piirrosten automaattiseen vektoroimiseen yleensä tarvittavia ominaisuuksia, kuten automaattista viivojen suoristusta tai OCR-toimintoja ei Illustratorissa ole. Yksinkertaiset tekniset piirrokset kannattaakin vektoroida Illustratorissa manuaalisesti.

Tässä työssä käytetään esimerkkinä Live Trace -työkalun käytöstä kolme erityyppistä bittikarttakuvaa, ja lisäksi vektoroidaan yksi kuva manuaalisesti. Skannattu piirros on tyypillinen lähtökohta vektorigrafiikan luomiseen ja siten hyvä esimerkki automaattisen vektoroinnin toiminnas-

ta. Toinen esimerkkikuva on valokuva, joita näkyy myös vektoroitavan yhä useammin, vaikka ne ovat teknisesti vaikeimpia toteuttaa. Yrityksen logon tai liikemerkin tulisi aina olla vektorigrafiikkamuodossa, jotta sitä voitaisiin hyödyntää eri yhteyksissä. Kaikki nämä esimerkkikuvat ovat melko korkearesoluutioisia, JPEG-muotoisia bittikarttakuvia. Manuaalista vektorointia tutkitaan tyypillisellä, suhteellisen yksinkertaisella teknisellä piirroksella.

## 6.2 Kuvien valmistelu

Laadukas vektorointi saavutetaan vektorointiohjelman ja kuvankäsittelyohjelman yhteistyöllä. Adobe Photoshop on tässä tapauksessa paras valinta kuvankäsittelyohjelmaksi, koska se kuuluu samaan tuoteperheeseen Illustratorin kanssa, ja nämä ohjelmat toimivat saumattomasti keskenään. Photoshop-ohjelmassa vektoroitavista bittikarttakuvista poistetaan kaikki ylimääräinen, kuten roskat ja ylimääräiset yksityiskohdat joita ei tarvitse vektoroida. Myös kuvan rajaaminen kannattaa tehdä kuvankäsittelyohjelmassa, koska kuvan ylimääräisten osien poistaminen vektorigrafiikkaohjelmassa on huomattavasti hankalampaa. Kuvien värisävyjä ja kontrastia kannattaa myös selkeyttää ja väripintoja tasoittaa. Etenkin valokuvissa on parhaimmillaan miljoonia värisävyjä, kun taas vektoroidussa kuvassa voi olla korkeintaan 256 väriä. Tämän takia tasaiset värsiirtymät katoavat vektoroinnin yhteydessä ja värien välille syntyy portaita. Bittikarttakuvan resoluutio kannattaa valita huolella jo kuvaa luodessa, koska sillä on huomattava vaikutus vektorointiin. (Korkeila 2007, 103.) Tässä työssä käytettävät esimerkkikuvat ovat JPEG-muotoisia, mikä luo hieman haastetta vektorointiin, sillä niissä on aina kuvasta riippuen jonkin verran pakkauksen aiheuttamia häiriöitä. Vaikka esimerkiksi TIFF-kuva olisi häviöttömänä formaattina vektorointiin optimaalisempi, JPEG-muoto on yleisempi muun muassa skannereiden ja digitaalikameroiden yhteydessä.

Photoshop on hyvä valinta vektoroitavien kuvien valmisteluun myös sen lukuisten kuvankäsittelyominaisuuksien vuoksi. Kuvan rajaamiseen käytettävän Crop-työkalun lisäksi esimerkkikuvia muokataan yksinkertaisella sivellintyökalulla, jolla saadaan esimerkiksi skannatusta piirroksesta

roskat häivytettyä. Valokuvasta poistetaan tausta Photoshopin valintatyökalujen avulla (Kuva 15). Piirroksen ja valokuvan kontrastia ja värisävyjä korostetaan Levels- ja Curves-toiminnoilla, mutta logon sävyt säilytetään kuvan luonteen takia koskemattomana. Etenkin skannatussa piirroksessa (Kuva 12) kontrastin lisääminen on välttämätöntä, koska osa sen viivoista on niin vaaleita, että Live Trace ei olisi erottanut niitä valkoisesta taustasta. Joitain piirroksen viivoja korostetaan vielä erikseen Burn Tool -työkalulla. Kaikista kuvista saadaan poistettua osa JPEG-kuvan häiriöistä Photoshopin Reduce Noise -filterin varovaisella käytöllä. Logoa ei juuri muuten tarvitse korjailia (Kuva 16). Koska manuaalista vektorointia varten oleva esimerkkikuva (Kuva 27) on skannattu hieman vinoon, se suoritetaan Photoshopissa. Muita valmisteluja kuva ei tarvitse.



Kuva 12. Alkuperäinen piirros (Axiotron 2008)



Kuva 13. Muokattu piirros



Kuva 14. Alkuperäinen valokuva





Kuva 15. Muokattu valokuva

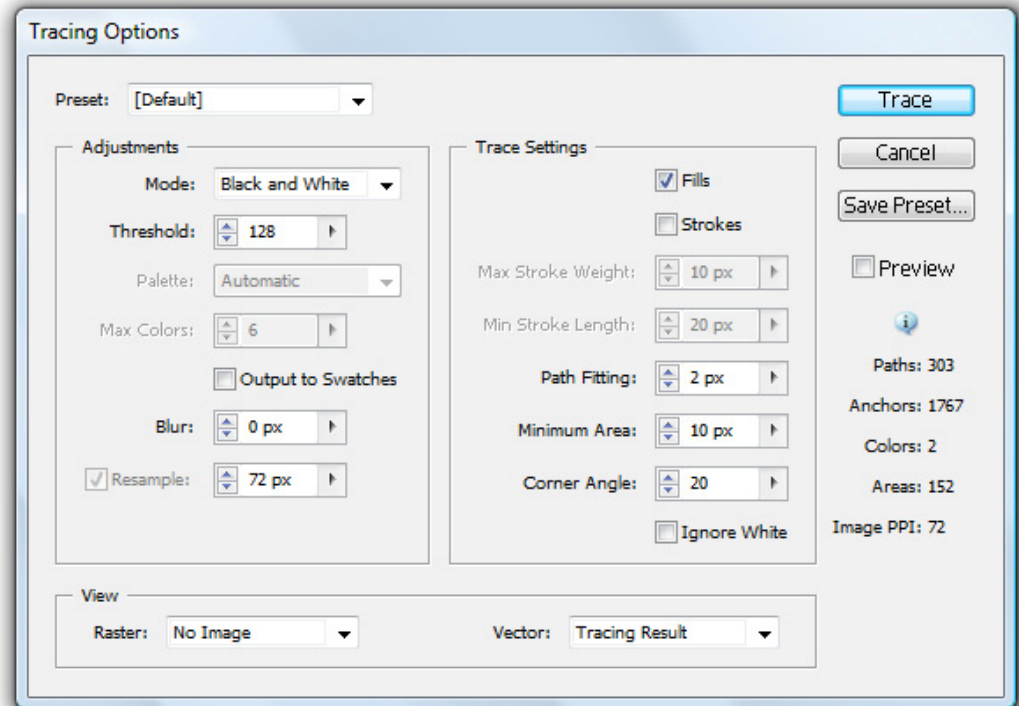


Kuva 16. Alkuperäinen logo

Illustratorin Live Trace -työkalun nimi tulee siitä, että vektoroitu kuva säilyttää yhteyden linkitettyyn bittikartakuvaan. Kuvien valmistelua ei siis välttämättä tarvitse tehdä ennen vektorointia Illustratorissa, vaan alkuperäistä pikselikuvaa on mahdollista muokata Photoshop-ohjelmalla vektoroinnin aikana ja myös siten vaikuttaa reaaliaikaisesti vektoroinnin tulokseen. (Korkeila 2007, 103.)

### **6.3 Live Trace -työkalun käyttö**

Kun bittikartakuva on valmis vektoroitavaksi, se sijoitetaan Illustratoriin Place-komennolla. Kuvan ollessa valittuna vektorointi voidaan aloittaa valitsemalla Live Trace Illustratorin ohjauspaneelistä, jolloin kuva vektoroidaan oletusarvon (Default) mukaisesti. Koska tämä tuottaa harvoin toivottavaa lopputulosta, vektoroinnin asetuksia kannattaa säätää avaamalla Tracing Options -ikkuna (Kuva 17) joko suoraan ohjauspaneelistä, tai valikosta Object/Live Trace/Tracing Options. (Korkeila 2007, 104.)



Kuva 17. Tracing Options -ikkuna

Ensimmäisenä Tracing Options -ikkunassa on mahdollista valita jokin Live Trace -ohjelman valmiista esiasetuksista (Preset). Nämä esiasetukset on luotu kuvan tyyppin mukaan, mutta yleensä ne ovat lähinnä suuntaa antavia. Esiasetuksia voidaan myös luoda itse tekemällä halutut asetukset Tracing Options -ikkunassa ja tallentamalla ne Save Preset -painikkeella. Varsinaiset vektorointiasetukset tehdään kahdessa osassa. Ikkunan vasemmalla puolella olevat kuvan säätöön liittyvät asetukset (Adjustments) vaikuttavat alkuperäiseen bittikarttakuvaan. Täältä voidaan valita muun muassa kuvan väritila (Mode), käytettävien värien määrä (Max Colors), kuvan pehmenys (Blur) ja kuvan resoluutio (Resample). Toinen osio koostuu vektoroinnin määrittelevistä asetuksista (Trace Settings). Jos täyttö (Fill) on valittuna, Live Trace luo suljettuja, täyttövärin sisältäviä vektoripolkuja. Toinen vaihtoehto on viiva (Stroke), jolloin vektorikuva muodostetaan pelkistä tasapaksuista ääri viivoista. Vektoroitu kuva voidaan luoda myös sekä täytettyjen polkujen ja ääri viivojen avulla. (Adobe 2005.) Path fitting -arvo määrittää, kuinka tarkasti vektoroitu muoto noudattelee alkuperäistä muotoa ja Minimum Area pienimmän vektoroitavan elementin koon. Corner Angle -arvoa terävämmät muodot kuvassa muu-

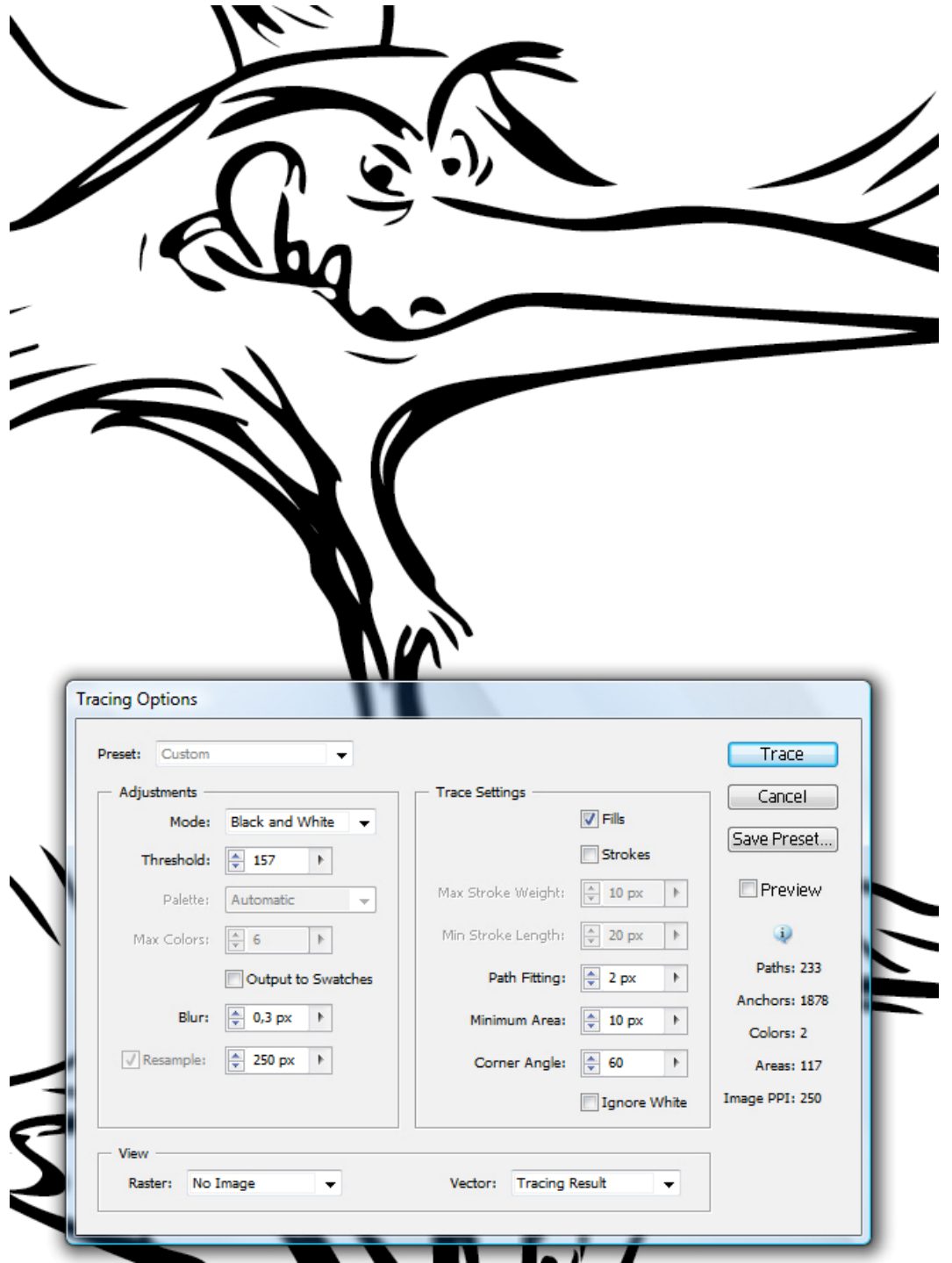


tetaan kulmapisteiksi. Tracing Options ikkunassa oleva Preview-valinta kannattaa laittaa päälle, jolloin tehdyt muutokset on mahdollista havaita kuvassa reaaliaikaisesti. (Pesonen 2007, 251.)

### Piirroksen vektorointi

Koska kyseisestä piirroksesta halutaan mustavalkoinen, väritilaksi asetetaan Tracing Options -ikkunassa Black and White (Kuva 18). Kun tämä väritila on valittuna, käytettävissä on myös Threshold-säädin, jonka avulla määritetään arvo, jota vaaleammat sävyt tulevat valkoisiksi ja tummemmat mustiksi (Pesonen 2007, 250). Tässä tapauksessa kynnystä joudutaan nostamaan, jotta kaikki halutut viivat saataisiin näkyviin ja tarpeeksi paksuiksi. Mustan alueen määrään voidaan vaikuttaa myös kuvan pehmennyksen (Blur) avulla, ja sitä kevyesti lisäämällä kuvasta tulee myös hieman pehmeälinjaisempi. Kuvan pehennystä lisäämällä saadaan myös ankkuripisteiden määrää hieman laskettua.

Vaikka vektoroitava kuva on lähinnä viivapiirros, valitaan vektorointityyliksi Trace Settings -kohdassa täyttö (Fill). Tällöin hahmon äärioviivista saadaan elävämmän näköisiä, koska niiden paksuus vaihtelee. Lopputulos pyrkii jäljittelemään tussia, jota painetaan paperiin eri voimakkuuksilla. Path Fitting -arvo pidetään oletusarvon mukaisesti pienenä, samoin Minimum Area. Näillä säädöillä olisi voinut muun muassa poistaa joitain pieniä virheitä kuvasta, mutta tässä tapauksessa se ei ole enää tarpeellista. Corner Angle -arvoa sen sijaan nostetaan oletusarvosta. Tämä sulavoittaa kuvan muotoja vähentämällä luotavien kulmien määrää.

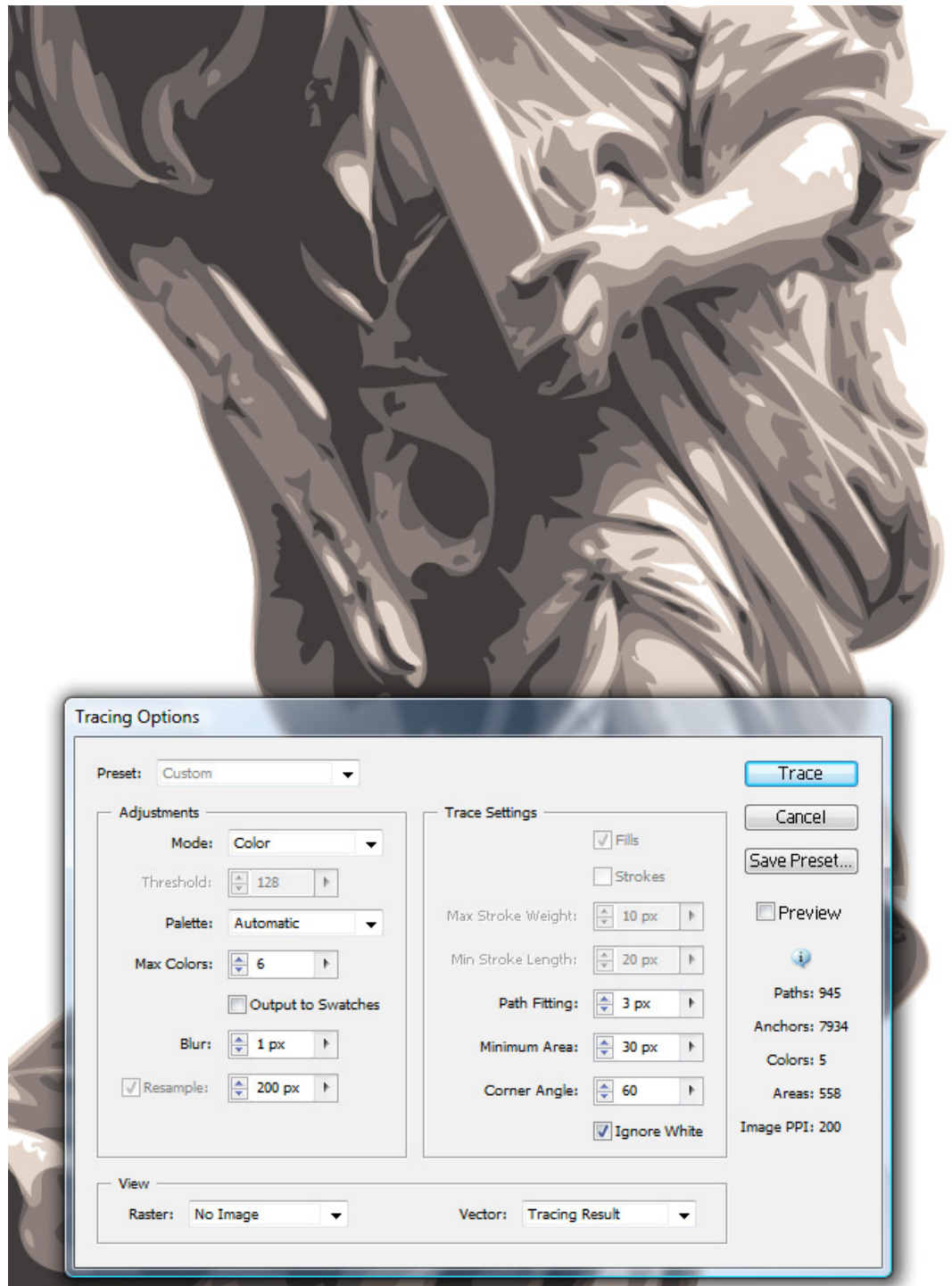


Kuva 18. Piirroksen vektorointiasetukset

## Valokuvan vektorointi

Valokuvan vektorointiin on erittäin vaikea löytää edes teoriassa oikeita asetuksia, sillä valokuva on mahdollista muuttaa hyvin erilaisiksi vektorikuviksi. Mustavalkoisen kuvan lisäksi väritilaksi on valittavana harmaasävykuva (Grayscale) ja värikuva (Color). Koska tässä kuvassa halutaan säilyttää värit, listasta valitaan Color-väritila. Vaikka ohjelman annetaan määrittää käytettävät värit automaattisesti, käyttäjän tulee vielä valita käytettävien värien määrä (Max Colors). Jos värejä on vähän, kuvasta tulee tyyliellympi ja useamman värin valitseminen luo enemmän alkuperäistä valokuvaa muistuttavan tuloksen.

Live Trace -esiasetuksista löytyy myös vaihtoehdot Photo High Fidelity (korkeatarkkuuksinen valokuva) ja Photo Low Fidelity (matalatarkkuuksinen valokuva), joissa käytetään korkeintaan 64 tai 16 väriä kuvan vektorointiin. Photo High Fidelity -valinta luo esimerkkikuvaan enemmän ankkuripisteitä kuin ohjelma pystyy laskemaan ja Photo Low Fidelity -vaihtoehto näyttää vain epäonnistuneelta bittikarttakuvulta. Lasketaan käytettävien värien määrä kuuteen, jolloin kuva näyttää oikeasti vektorikuvulta (Kuva 19). Tällöin myös polkujen ja ankkuripisteiden lukumäärä vähenee huomattavasti. Tämän kuvan kohdalla voidaan myös ruksata Ignore White -valinta päälle, joka nimensä mukaisesti jättää kuvan valkoisen alueen täytön pois ja vektorikuvasta saadaan hieman kevyempi. Lisätään vielä yhden pikselin pehmennys alkuperäiseen kuvaan ja pyöristetään teräviä muotoja nostamalla Corner Angle -arvoa. Lopuksi poistetaan osa ylimääräisistä alueista kasvattamalla pienimmän vektoroitavan alueen kokoa Minimum Area -säätimellä.

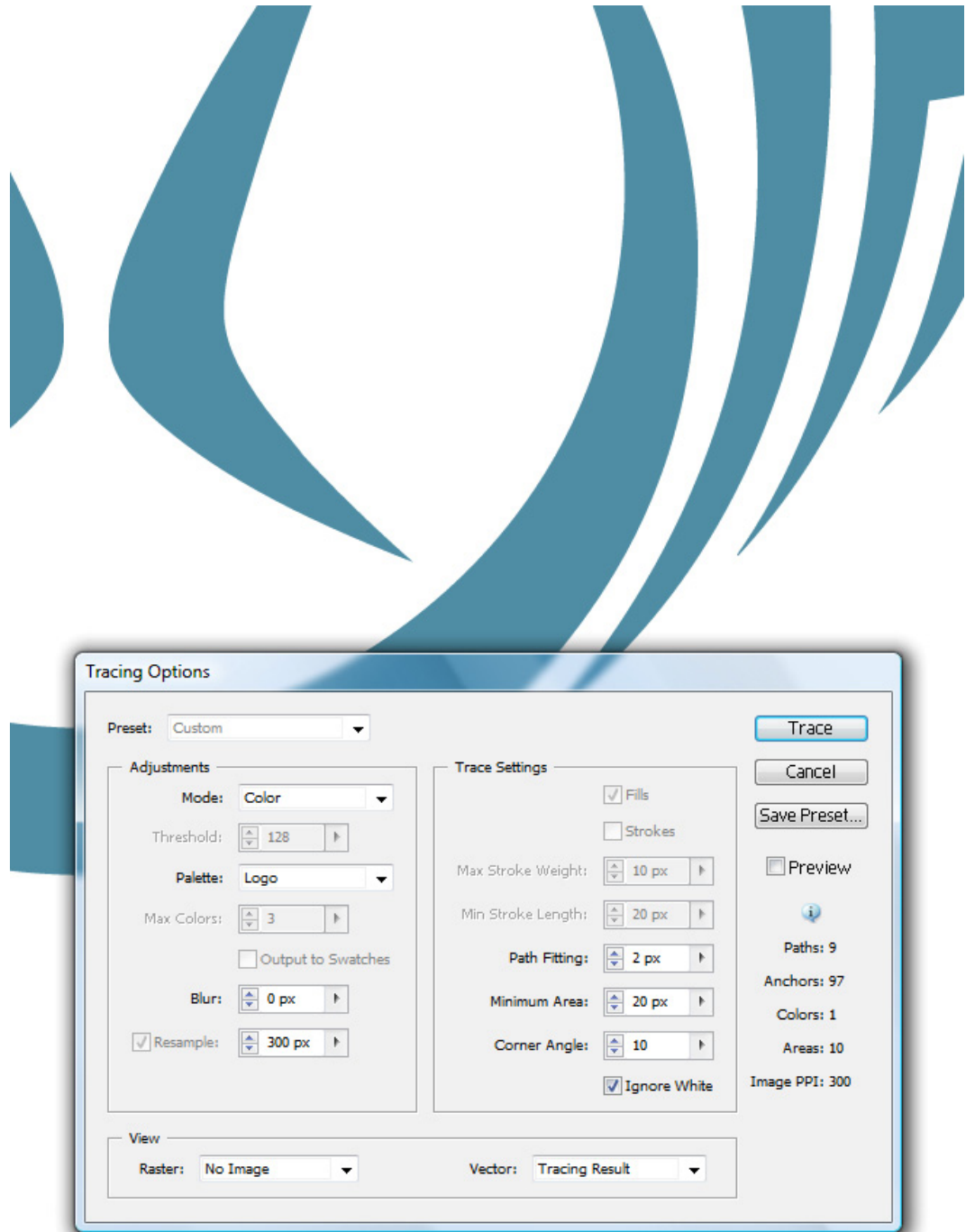


Kuva 19. Valokuvan vektorointiasetukset

## Logon vektorointi

Esimerkkikuvan kaltaisten yksiväristen ja tarkkarajaisten kuvien vektoroinnissa Live Trace on parhaimmillaan. Kun alkuperäisen bittikarttaku-  
van resoluutio on vielä tarpeeksi suuri, Live Trace tekee lähes täydellistä jälkeä. Tässä tapauksessa kuvan vektorointi onnistuisi melko helposti myös manuaalisesti, mutta Live Trace -työkalun avulla päästään samantasoiseen lopputulokseen huomattavasti nopeammin. Kuten logojen ja liikemerkkien yhteydessä yleensä, tässäkin tapauksessa on oleellista, että kuvan värit pysyvät oikeina. Jotta logon väri saataisiin vektorikuvassa varmasti oikeaksi, kyseinen väri määritetään omaan väripalettiin. Vaikka logo on yksivärinen, samaan väripalettiin pitää lisätä kuvan taustalle tuleva valkoinen väri.

Tracing Options -ikkunassa ensimmäisenä valitaan kuvan väritilaksi Color (Kuva 20). Kun Color-väritila on valittuna, vektorointiin käytettävä väripaletti on valittavissa kohdasta Palette. Automaattisen paletin paikalle otetaan aikaisemmin luotu, itse määritellyt värit sisältävä paletti. Kuvan pehmennys pidetään nollassa, koska sen lisääminen pehmentäisi kuvan teräviä kulmia. Jotta voitaisiin vielä varmistaa että kulmat ovat vektoroinnin jälkeen teräviä, lasketaan Corner Angle -arvoa puoleen oletusarvosta. Lopuksi varmistetaan että pelkkä Fills-vektorointityyli on valittuna ja ruksataan myös Ignore White päälle. Valkoisen taustan täytön jättäminen pois helpottaa hieman vektorikuvan jälkikäsittelyä.



Kuva 20. Logon vektorointiasetukset

## 6.4 Kuvien viimeisteleminen

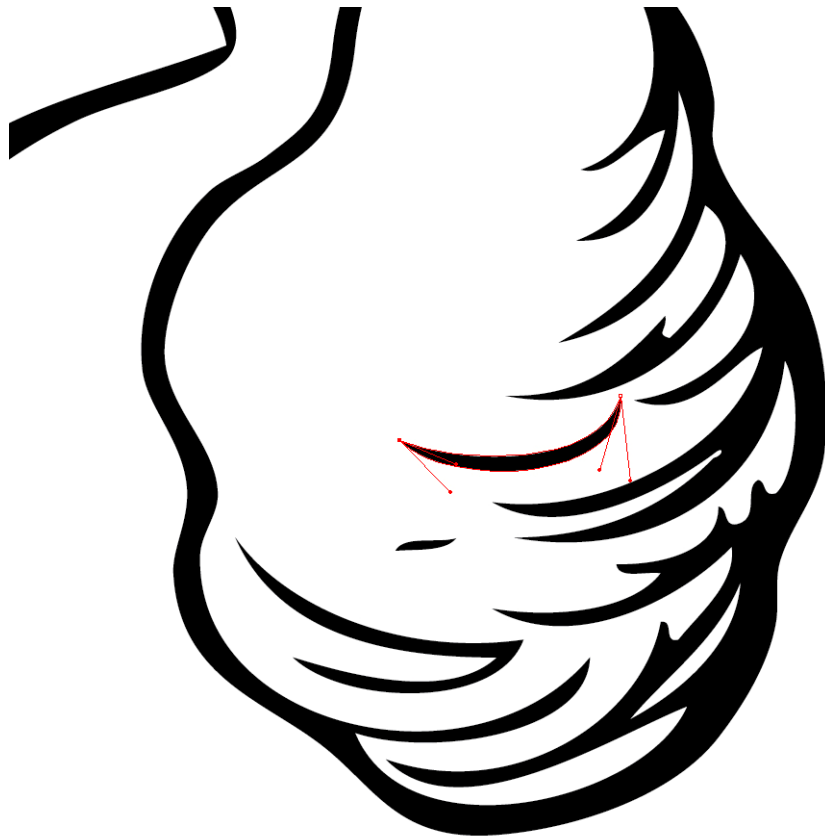
Kun vektoroitavan kuvan Live Trace -asetukset on saatu halutuiksi, se voidaan muuttaa poluiksi Expand-toiminnolla. Tämä katkaisee vektoroidun kuvan yhteyden alkuperäiseen bittikartakuvaan, eikä vektorointiasetuksia pystytä enää muokkaamaan. Kuvan muuttaminen poluiksi on kuitenkin välttämätöntä, jos vektoreita halutaan muokata käsin tai esimerkiksi värittää. (Adobe 2005.)

Kun esimerkkikuvat on muutettu poluiksi, niitä muokataan maltillisesti Illustratorin kynä- ja valintatyökaluilla. Vektorikuvat olisi nyt myös mahdollista värittää esimerkiksi Illustratorin Live Paint -työkalun avulla. Illustratorin sisältämän Simplify-työkalun tarkoitus on yksinkertaistaa vektoripolkuja poistamalla turhia ankkuripisteitä, mutta esimerkkikuvien yhteydessä sen käyttö kuitenkin hävittäisi kuvien muotoja liian paljon ja kuviin ilmestyisi aukkoja. Turhia ankkuripisteitä poistetaan sen sijaan käsin (Kuva 21). Vektoripolun ollessa valittuna ankkuripiste voidaan poistaa valitsemalla haluttu piste kynätyökalulla. Ankkuripisteiden poistamisen lisäksi vektoripolkuja joudutaan muokkaamaan ohjauspisteitä siirtämällä (Kuva 22). Ankkuripisteen ja sen ohjauspisteiden liikuttaminen tapahtuu suoravalintatyökalun avulla.

Vaikka piirroksen polkuja muokataan jonkin verran, kuva jätetään sen luonteen mukaisesti käsin piirretyn näköiseksi (Kuva 23). Piirroksen lisäksi vielä muutama kokonaan uusi objekti Live Trace -ohjelman luomien vektoreiden lisäksi, valokuvasta puolestaan ylimääräisiä polkuja poistetaan (Kuva 24). Myös joitain alueita valokuvasta väritetään uudelleen. Logon vektoroinnin yhteydessä kuvan teräviin kulmiin tuli joitain ylimääräisiä ankkuripisteitä, mutta tästä huolimatta logon vektorointi onnistui erittäin hyvin (Kuva 25). Valmis vektorilogo voidaan nyt esimerkiksi siirtää mallinnohjelmaan ja luoda siitä kolmiulotteinen malli (Kuva 26).



Kuva 21. Ankkuripisteiden poistaminen



Kuva 22. Ankkuripisteiden muokkaus





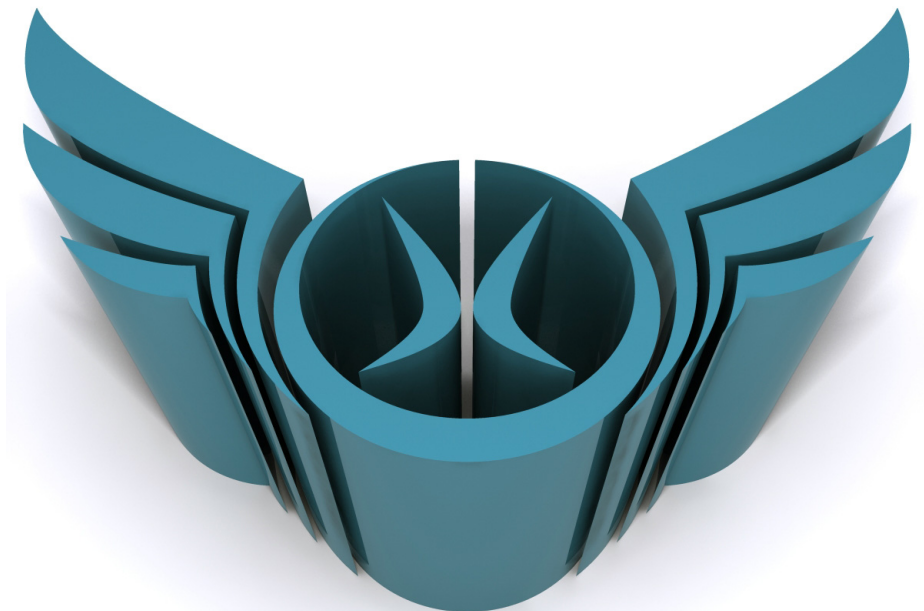
Kuva 23. Piirros valmiina vektorikuvana



Kuva 24. Valokuva valmiina vektorikuvana



Kuva 25. Logo valmiina vektorikuvana

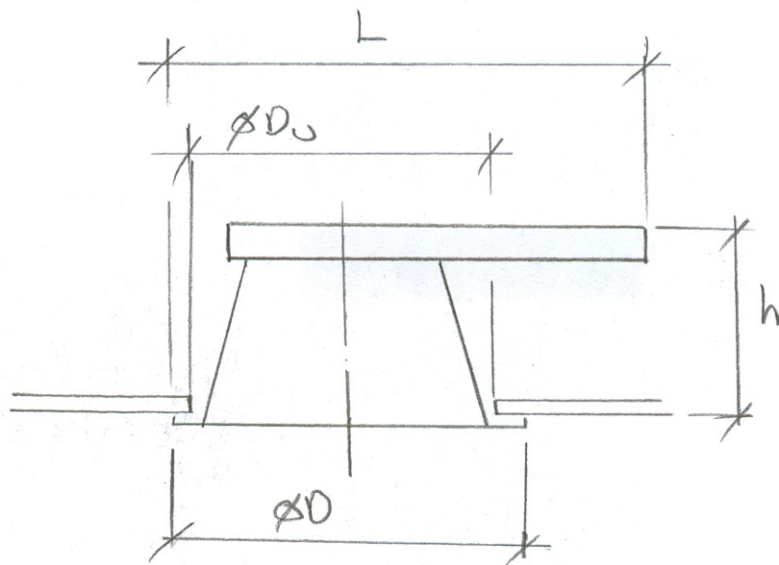


Kuva 26. Logo kolmiulotteisena mallina

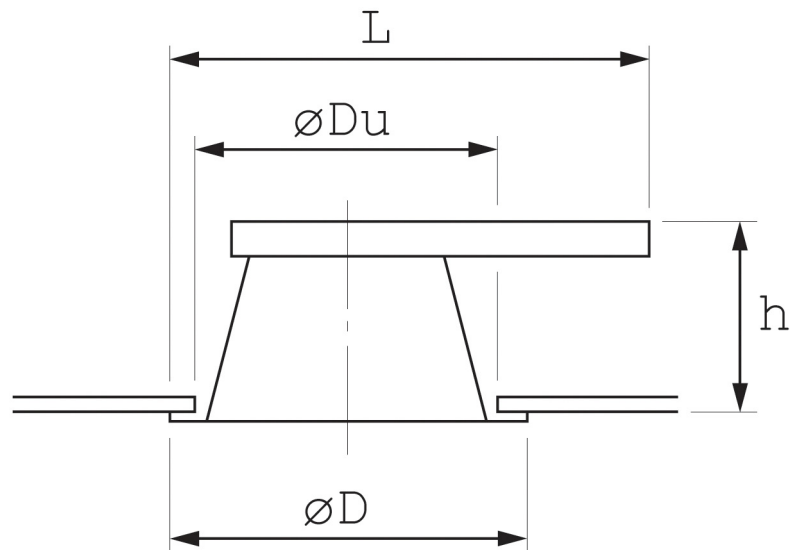
## 6.5 Manuaalinen vektorointi

Tietynlaisiin bittikarttakuviin ei Live Trace -vektorointiohjelmaa kannata käyttää. Orgaanisia muotoja on vaikea piirtää käsin, mutta yksinkertaisia ja selkeitä kuvioita pystyy luomaan helposti Illustratorin vektorityökaluilla. Esimerkiksi tekniset piirrokset kannattaa Illustratorissa vektoroida manuaalisesti, koska Live Trace ei pysty luomaan yhtä laadukasta ja tarkkaa jälkeä minkäänlaisilla asetuksilla.

Manuaalinen vektorointi aloitetaan tuomalla bittikarttakuva (Kuva 27) Illustratoriin omalle tasolle ja lukitaan se paikalleen. Vektorikuva luodaan tämän päälle uudelle tasolle. Esimerkkikuvan vektorointiin käytetään suorakaide-, viiva- ja tekstityökaluja. Jos kuvan mittasuhteet on tärkeää säilyttää oikeina, kannattaa vektoroinnissa hyödyntää Illustratorin mittatyökaluja. Koska vektoreiden piirtäminen tarkasti pelkästään bittikarttakuvan mukaan on lähes mahdotonta, on oleellista tietää kuvassa olevan kappaleen tarkat mitat. Illustrator ei sisällä OCR-toimintoa, eikä siitä tässä tapauksessa paljoa hyötyä olisi ollutkaan, sillä muutaman tekstiobjektin luominen onnistuu helposti myös käsin. Kun vektorointi on valmis, poistetaan alkuperäinen bittikarttakuva taustalta.



Kuva 27. Alkuperäinen skannattu kuva



Kuva 28. Manuaalisesti vektoroitu kuva

## 6.6 Vektorikuvan muuntaminen bittikartaksi

Vektorigrafiikkakuva voidaan helposti muuntaa takaisin bittikarttagrafiikaksi. Tämä on tarpeellista silloin, jos kuvaa halutaan muokata kuvankäsitteilyohjelmalla. Esimerkiksi monien efektien luonti onnistuu, vain jos kuva on bittikarttamuodossa (Pesonen 2007, 170). Muunnos vektorikuvasta bittikarttakuvaksi tapahtuu Illustratorissa Export-komennolla. Kun haluttu tiedostomuoto on valittu, ohjelma tarjoaa useita valintoja pikselikuvan luontiin. Jos valitaan esimerkiksi JPEG-tiedostomuoto, ohjelma avaa JPEG Options -ikkunan. Tässä ikkunassa olevia valintoja on muun muassa kuvan laatu (Quality), väriavaruus (Color Model) ja resoluutio (Resolution).

## 6.7 Loppupäätelmät

Case-osiossa käytettävien bittikarttakuvien vektorointi onnistui odotetulla tavalla. Alkuperäisen kuvan valitseminen ja valmistelu vektorointia varten on tärkeää tehdä hyvin, jotta automaattinen vektorointiohjelma pystyisi luomaan laadukkaan vektorikuvan. Photoshopin ja Illustratorin yhteistyö toimii hyvin, ja sitä kannattaa hyödyntää käytettäessä Live Trace -vektorointityökalua. Jos bittikarttakuva vektoroidaan käsin, sen valmistelu ei ole yhtä oleellista, koska sillä ei pystytä samanlailla vaikuttamaan vektoroinnin lopputulokseen.

Jos vektoripiirrosta on tarkoitus käyttää esimerkiksi sarjakuvassa, sen vektorointiin käytetyt Live Trace -asetukset kannattaa tallentaa omaksi esiasetuksiksi. Tämän avulla seuraavat kuvat voidaan vektoroida nopeasti samalla tyylillä. Oman esiasetuksen luomisesta on hyötyä myös käytettäessä eräajovektorointia, jolloin saadaan lisäksi useampi kuva vektoroitua kerralla. Vektoroitua valokuvaa voidaan käyttää tyylikeinona, mutta muuta konkreettista hyötyä siitä ei välttämättä ole, etenkin jos alkuperäinen bittikarttakuva on hyvälaatuinen. Tässä työssä valokuva toimi hyvinä esimerkkinä muun muassa siitä, miten raskas vektorikuvasta voi tulla, jos se vektoroidaan niin sanotusti väärillä asetuksilla. Tässä esimerkissä ankkuripisteiden määrä saatiin kuitenkin jäämään alle 8000 pisteen. Pelkästään nostamalla käytettävien värien määrää neljällä, olisi ankkuripisteiden määrä kasvanut yli kaksinkertaiseksi. Vektorimuotoinen logo sen sijaan saatiin helposti muodostettua yhdeksällä polulla ja alle sadalla ankkuripisteellä. Automaattisen vektoroinnin jälkeen logon ankkuripisteitä vielä poistettiin manuaalisesti noin kymmenen. Vektoroinnin hyötyjä tutkittiin käytännössä viemällä vektoroitu logo 3ds Max -ohjelmaan ja käyttämällä sitä kolmiulotteisen mallin pohjana. Tämä onnistui yllättävän vaivattomasti, sillä 3ds Max tukee suoraan Illustratorin AI-tiedostomuotoa.

Kaiken kaikkiaan Illustratorin Live Trace -vektorointityökalu toimii hyvin tietyn tyyppisille kuville. Jos valmista vektorikuvaa on tarkoitus käyttää CAD- tai CAM-sovelluksissa, jokin toinen vektorointiohjelma saattaa olla parempi vaihtoehto. Live Trace -työkalun vahvuuksia on

vektoroinnin helppous ja säätöjen monipuolisuus, tosin haluttujen asetusten löytäminen on kuitenkin joskus hyvin vaikeaa. Live Trace tekee bittikarttakuvista myös laadukkaita värikuvia, toisin kuin monet muut vektorointiohjelmat jotka pystyvät vain mustavalkoisen vektorigrafiikan luontiin. Liukuvärejä ei Live Trace kuitenkaan muiden automaattisten vektorointiohjelmien tavoin tue. Myös jonkinlaisia OCR-toimintoja jää Live Trace -työkalussa joskus kaipaamaan.

Manuaaliseen vektorointiin Illustrator on parhaita ohjelmia markkinoilla. Siinä on monipuoliset työkalut vektorigrafiikan piirtämiseen ja se tukee lähes kaikkia yleisempiä bittikartta- ja vektoritiedostoja. Illustrator kuuluu Adoben suosittuun CS-tuoteperheeseen, joka osaltaan puoltaa sen valintaa käytettäväksi vektorointiohjelmaksi. Photoshopin lisäksi tiedostojen siirto toimii hyvin esimerkiksi Illustratorista InDesigniin tai Flashiin. Kun valmis vektorikuva pidetään AI-muodossa, saadaan säilytettyä sen kerroksellisuus ja kuvan muokkaus on helpompaa.

## 7 YHTEENVETO

Bittikarttakuvan vektorointi on tarpeellista silloin, kun tarvitaan vektorigrafiikalle tyypillisiä ominaisuuksia. Tietokoneohjelmat käsittelevät bittikarttakuvaa pelkästään erivärisistä pikseleistä koostuvana karttana, johon kuuluvia muotoja ei ole määritelty. Vektorigrafiikkakuvassa olevat polut on tarkasti määritelty ja ohjelmat pystyvät ne tunnistamaan, ja käyttämään niitä hyväksi. Koska esimerkiksi suurin osa mallinnusohjelmista on vektoripohjaisia, ne osaavat hyödyntää muotoja pelkästään vektorikuvasta. Tämä koskee myös esimerkiksi teollisuudessa käytettävien levykoneiden, jyrsimien ja leikkureiden ohjelmistoja. Kun bittikarttatiedosto pitää sisällään tiedon kuvassa olevien pikseleiden määrästä ja väristä, vektorigrafiikkatiedostossa on kuvan värin lisäksi sen sisältämät muodot matemaattisin kaavoin määritelty. Tämän ansiosta vektorikuvaa voidaan myös suurentaa tai pienentää rajattomasti ja kuvan muodot pysyvät suhteessa samanlaisina.

Vektoroinnin onnistumiseen vaikuttaa moni asia. Markkinoilla on useita automaattisia vektorointiohjelmia, joiden toiminta riippuu paljon sen käyttämästä vektorointialgoritmista. Käytettävä ohjelma kannattaakin valita vektoroitavan kuvan mukaan. Ohjelmissa yleensä olevien vektorointiasetusten säätäminen on täysin yksilöllistä, mutta mitä enemmän vektorointiin voidaan itse vaikuttaa, sitä todennäköisemmin lopputuloksesta saadaan miellyttävä. Kaikkien automaattisten vektorointiohjelmien yleinen ongelma on pyöreiden ja terävien muotojen erottaminen, jolloin valmiiseen kuvaan tulee helposti joko liian paljon, tai liian vähän teräviä kulmia. Myös muita pieniä ongelmia automaattisissa vektorointiohjelmissä on, mutta täydellisen vektorointialgoritmin tekeminen lieneekin mahdotonta. Yksi vaihtoehto on vektoroida kuva kokonaan manuaalisesti, eli piirtää kuva käsin vektorigrafiikkamuotoon. Näin saadaan varmasti onnistunut vektorointi, jos piirtämiseen jaksaa nähdä vai-  
vaa.

Vektorigrafiikan kehitys on aina ollut hidasta muutamia suurempia läpimurtoja lukuun ottamatta, ja sama tilanne on vektorointiohjelmien yhteydessä. Tämän vuosituhannen tähän asti mielenkiintoisin uutuuksilla saralla lienee selaimella käytettävä Vector Magic -ohjelma, joka on täysin kilpailukykyinen muiden kaupallisten vektorointiohjelmien kanssa, niin hintansa kuin laatunsa



puolesta. Myös Illustrator CS2 -ohjelmaan lisätty Live Trace on tällä hetkellä parhaita vektorointiohjelmia markkinoilla. Vaikka Illustratorista on CS2:n jälkeen tullut useita uusia versioita, Live Trace -työkaluun ei kuitenkaan näkyviä muutoksia ole tehty. Toivottavasti tulevaisuudessa saadaan esimerkiksi Illustratorin Gradient Mesh -työkalun ominaisuuksia yhdistettyä Live Trace -vektorointiin. Jos automaattisen vektoroinnin yhteydessä pystyttäisiin käyttämään hyväksi liukuvärejä, olisi todennäköisesti mahdollista tehdä visuaalisesti täysin eritasoisia vektorikuvia kuin nykyisillä ohjelmilla.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

Harris, J. & Withrow, S. 2008. Vector Graphics and Illustrations. Mies: RotoVision.

Korkeila, S. 2007. Illustrator CS3. Jyväskylä: Docendo.

Lamberg, N., Penttinen, J. ja Keränen, V. 2003. Julkaisu & kuvankäsittely. Jyväskylä: Docendo.

Lynch, R. 2001. Inside Photoshop 6. Helsinki: IT Press.

Nykänen, O. 2007. SVG - Skaalautuva vektorigrafiikka. Jyväskylä: Docendo.

Pesonen, E. 2007. Julkaisijan käsikirja. Jyväskylä: Docendo.

Puhakka, A. 2008. 3D-grafiikka. Helsinki: Talentum.

### Sähköiset lähteet

Able Software Corp. 2008. R2V, advanced raster to vector conversion software. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.ablesw.com/r2v/r2v.html>

Adobe 2009. Adobe Acrobat Capture 3.0. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.adobe.com/fi/products/acrcapture/>

Adobe 2005. Creating Vector Content. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: [http://www.adobe.com/products/illustrator/pdfs/creating\\_vector\\_content.pdf](http://www.adobe.com/products/illustrator/pdfs/creating_vector_content.pdf)

Adobe 2009. FreeHand Autotrace for Beginners. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: [http://kb.adobe.com/selfservice/viewContent.do?externalId=tn\\_12236](http://kb.adobe.com/selfservice/viewContent.do?externalId=tn_12236)

Autotracing tips 2001. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://briem.ismennt.is/2/2.3.2a/2.3.2.03.auto.tips.htm>

Digikamera 1998. Bittikartta- ja vektorigrafiikka. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.digicamera.net/armi/w3kurs/bitvekt.htm>

Digikamera 1998. Kuvaformaatit. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.digicamera.net/armi/w3kurs/formaatit.htm>

Digitaalisen median perusteet 2008. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.tol.oulu.fi/kurssit/dmp/eeva/bittikartta.html>

Easy Trace 2008. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.easytrace.com/site/english/easytracepro/products\\_et.html](http://www.easytrace.com/site/english/easytracepro/products_et.html)

Evectorize 2004. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.evectorize.com/html/manual\\_vs\\_automatic.htm](http://www.evectorize.com/html/manual_vs_automatic.htm)

Garmahis 2009. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://garmahis.com/software/vectorize-images-better-than-illustrator-and-corel-with-vectormagic/>

Good, R. 2009. Auto-Tracing: How To Convert Bitmaps To Vector Drawing. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: [http://www.masternewmedia.org/how\\_to\\_convert\\_bitmaps\\_into\\_vectors/part-4.htm](http://www.masternewmedia.org/how_to_convert_bitmaps_into_vectors/part-4.htm)

Grass 2009. Digitizing Vector Maps. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
[http://grass.itc.it/gdp/grass5tutor/HTML\\_en/c922.html](http://grass.itc.it/gdp/grass5tutor/HTML_en/c922.html)

Inkscape 2005. Inkscape tutorial: tracing. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://www.inkscape.org/doc/tracing/tutorial-tracing.html>

Internetix. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://www.internetix.fi/atk-tuki/opinnot/skannaus/osa7.htm>

Joensuun yliopiston opetusteknologiakeskus 2004. Photoshop CS. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.joensuu.fi/opetusteknologiakeskus/palvelut/materiaalit/fotari/index.htm>

Johdatus tilastolliseen hahmontunnistukseen. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://www.ee.oulu.fi/research/tklab/courses/521497S/pruju/Chapter1.pdf>

M.A.D. DXF/DWG-tiedonsiirto. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.mad.fi/mad/tiedostot/pdf/AC9\\_YS\\_DWG.pdf](http://www.mad.fi/mad/tiedostot/pdf/AC9_YS_DWG.pdf)

Microsoft 2009. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://office.microsoft.com/fi-fi/help/HP030812551035.aspx>

Potrace 2003. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://potrace.sourceforge.net/potrace.pdf>

Sitepoint 2009. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://www.sitepoint.com/blogs/2007/11/26/vector-magic-stanfords-autotracer-bullet/>

Softcover 2009. Scan2CAD raster to vector conversion software overview. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.softcover.com/overview.htm>

Vector Magic 2009. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://vectormagic.com/pricing>

Vektorigrafiikan perusteet. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://www.valt.helsinki.fi/staff/mainkine/vect.htm>

Wikipedia 2009. Adobe Photoshop [viitattu 11.4.2009]. Saatavissa:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Photoshop](http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop)

Wikipedia 2005. Bittikarttagrafiikka [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Bittikarttagrafiikka>

Wikipedia 2009. CorelDraw [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/CorelDraw>

Wikipedia 2008. Inkscape [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Inkscape>

Wikipedia 2009. Resoluutio (kuvatekniikka) [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Resoluutio\\_\(kuvatekniikka\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Resoluutio_(kuvatekniikka))

Wikipedia 2009. Reunantunnistus [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Reunantunnistus>

Wikipedia 2009. SVG [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Svg>

Wikipedia 2009. SWF [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/SWF>

Wikipedia 2009. Vector-based graphical user interface [viitattu 5.2.2009].  
Saatavissa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vector-Based\\_GUI](http://en.wikipedia.org/wiki/Vector-Based_GUI)

Wikipedia 2009. Vektorigrafiikka [viitattu 5.2.2009]. Saatavissa:  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Vektorigrafiikka>

Yliopistopaino [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.yliopistopaino.fi/fi/palvelut/sahkoisen\\_julkaisemisen\\_palvelut](http://www.yliopistopaino.fi/fi/palvelut/sahkoisen_julkaisemisen_palvelut)

### Kuvalähteet

Kuva 1. Wikipedia 2008. Resoluution vaikutus kuvaan [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: [http://fi.wikipedia.org/wiki/Resoluutio\\_\(kuvatekniikka\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Resoluutio_(kuvatekniikka))

Kuva 2. Apple Developer Connection 2009. Bezier-kaari ja sen määrittämyspisteet [viitattu 6.2.2009]. Saatavissa: [http://developer.apple.com/documentation/Cocoa/Conceptual/CocoaDrawingGuide/art/bezier\\_curve.gif](http://developer.apple.com/documentation/Cocoa/Conceptual/CocoaDrawingGuide/art/bezier_curve.gif)

Kuva 3. Copyartwork 2008. Skannattu tussipiirros ja siitä vektoroitu kuva [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: [https://www.copyartwork.com/misc\\_info\\_tutorial.php?webLang=Copy&tutorial=6](https://www.copyartwork.com/misc_info_tutorial.php?webLang=Copy&tutorial=6)

Kuva 4. Softcover 2009. Alkuperäinen bittikarttakuva ja Scan2CAD-ohjelmalla vektoroitu kuva [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.softcover.com/overview.htm>

Kuva 5. Mapresources 2009. Satelliittikuvan pohjalta luotu vektorikartta. [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.mapresources.com/results.asp?txtkeys=new+york&name=New%20York>

Kuva 6. Potrace 2003. Kulmien tunnistus [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://potrace.sourceforge.net/potrace.pdf>

Kuva 7. Potrace 2003. Potrace-algoritmin toiminta [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://potrace.sourceforge.net/potrace.pdf>

Kuva 8. Vector Magic-ohjelman käyttöliittymä, Juha Kerminen 2009

Kuva 9. Valek, A. 2008. Illustratorin Gradient Mesh-työkalun jälkeä [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://alanvalek.com/blog/wp-content/uploads/2008/10/mesh.jpg>

Kuva 10. Illustratorin mittatyökaluja, Juha Kerminen 2009

Kuva 11. Boundingbox 2008. Inkscape-ohjelman trace-ikkuna [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://boundingbox.homelinux.net/blog/wp-content/uploads/2008/08/vectorize1.jpg>

Kuva 12. Axiotron 2008. Alkuperäinen piirros [viitattu 13.3.2009]. Saatavissa: [http://4.bp.blogspot.com/\\_e96jA4Vtc7Y/R6lEdjbGxbI/AAAAAAAAAC0/hwHRUshj\\_P4/s1600/sketch.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_e96jA4Vtc7Y/R6lEdjbGxbI/AAAAAAAAAC0/hwHRUshj_P4/s1600/sketch.jpg)

Kuva 13. Axiotron 2008. Muokattu piirros [viitattu 13.3.2009]. Saatavissa: [http://4.bp.blogspot.com/\\_e96jA4Vtc7Y/R6lEdjbGxbI/AAAAAAAAAC0/hwHRUshj\\_P4/s1600/sketch.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_e96jA4Vtc7Y/R6lEdjbGxbI/AAAAAAAAAC0/hwHRUshj_P4/s1600/sketch.jpg)

Kuva 14. Alkuperäinen valokuva, Juha Kerminen 2009

Kuva 15. Muokattu valokuva, Juha Kerminen 2009

Kuva 16. Alkuperäinen logo, Juha Kerminen 2009

Kuva 17. Tracing Options -ikkuna, Juha Kerminen 2009

Kuva 18. Piirroksen vektorointiasetukset, Juha Kerminen 2009

Kuva 19. Valokuvan vektorointiasetukset, Juha Kerminen 2009

- Kuva 20. Logon vektorointiasetukset, Juha Kerminen 2009
- Kuva 21. Ankkuripisteiden poistaminen, Juha Kerminen 2009
- Kuva 22. Ankkuripisteiden muokkaus, Juha Kerminen 2009
- Kuva 23. Piirros valmiina vektorikuvana, Juha Kerminen 2009
- Kuva 24. Valokuva valmiina vektorikuvana, Juha Kerminen 2009
- Kuva 25. Logo valmiina vektorikuvana, Juha Kerminen 2009
- Kuva 26. Logo kolmiulotteisena mallina, Juha Kerminen 2009
- Kuva 27. Alkuperäinen skannattu kuva, Juha Kerminen 2009
- Kuva 28. Manuaalisesti vektoroitu kuva, Juha Kerminen 2009